

المملكة المغربية
جامعة محمد الخامس
منشورات كلية الآداب والعلوم الإنسانية بالرباط
سلسلة: ندوات ومناظرات رقم 90

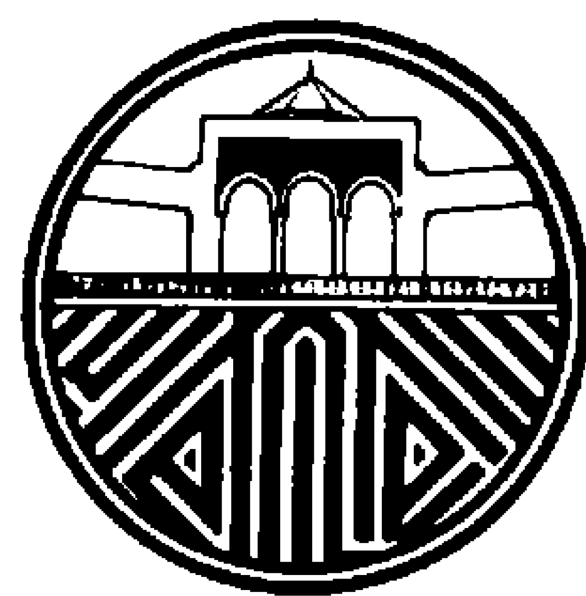
الخيال
ودوره في تقدم المعرفة العلمية

تنسيق
عبد السلام بن ميس

الخيال

ودوره في تقدم المعرفة العلمية





منشورات كلية الآداب والعلوم الإنسانية بالرباط
سلسلة : ندوات ومناظرات رقم 90

الخيال

ودوره في تقدم المعرفة العلمية

تنسيق
عبد السلام بن ميس

الكتـــاب : **الخيال ودوره في تقدم المعرفة العلمية (ندوة).**

سلسلة : ندوات ومناظرات رقم 90.

النـاشـر : منشورات كلية الآداب والعلوم الإنسانية بالرباط.

تنسيق : عبد السلام بن ميس.

الطبـع : مطبعة النجاح الجديدة ــ الدار البيضاء.

ردمـك : 9981-59-039-x.

التسلسل الدولي : 1113-0377.

الإيداع القانوني : 2000/1685.

الطبعة الأولى : 2000-1421.

طبع هذا الكتاب بدعم من برنامج التعاون
بين كلية الآداب ومؤسسة كونراد أديناور

المحتويات

تقديـــم

من المعتقد عادة أن الخيال هو أساس الإبداع. غير أن علاقة الخيال بالعلم ليست واضحة بقدر ما نعتقد، من وجهة نظر إبستيمولوجية. أيجوز افتراض أن العقل البشري ليس إلا مرآة منفعلة ذات طبيعة ميكانيكية كما يزعم الماديون عامة ولوك خاصة ؟ أو هل يجب اعتبار الخيال وظيفة حيوية من وظائف العقل البشري ؟ إذا تم تبني هذا المنظور الأخير، وجب عدم اعتبار العقل البشري مجرد وظيفة من وظائف الدماغ على صورة كومبيوتر حيث يتم تخزين معلومات لا تختلف طبيعتها عن تلك المخزنة في آلة مبرمجة. وهنا نثير مشكلة طبيعة الخيال (أو المخيلة) وعلاقته بالوظائف المعرفية الأخرى.

بعد ذلك يأتي مشكل صيغة عمل المخيلة بشكل عام. هل هناك قوانين معرفية تحكم عمل المخيلة أو هل لا يختلف التخيل عن التفكير أو التعقل ؟ ألا ينبغي أولاً البرهنة على أن النظام، كما تصوره ديكارت ونيوطن وكاليلي، هو نفسه منتوج من منتوجات الخيال وأن الواقع "الحق" يختلف عن ذلك ؟ أمن الضروري افتراض أن المتَخَيَّل هو كل الواقع أم فقط واحد من مستوياته ؟ هذا إذا قبلنا أن الواقع يتشكل من مستويات مختلفة : الواقع اليومي (أو المدرك المباشر) والواقع العلمي والواقع المطلق (أو الأولي)، إلخ. ليس من المستبعد أيضا افتراض وجود وحدة بين الخيال والعقل.

في فلسفة العلوم، هناك في الواقع تصورات مختلفة للخيال : بعض هذه التصورات ذو طابع ميتافيزيقي (أو يعتبر كذلك) وبعضها الآخر علمي (أو يعتبر كذلك). حسب التصور الميتافيزيقي، الخيال أداة تساعد الإنسان على إيجاد نظام معين أو على تحسين ظروف وجوده. هل معنى هذا أن الخيال لا يولّد الفوضى ؟ بل من الميتافيزيقيين من يعتقد أن الطبيعة ليست إلا خيالا. أما التصور العلمي للخيال فيختلف عن التصور الميتافيزيقي له باعتبار الأول يدافع عن ثنائية الذات والموضوع وعن احترام قوانين ومبادئ الطبيعة. إذا أخذنا بعين الاعتبار المنظور الديكارتي للعالم، والذي يرد العالم إلى نظام ميكانيكي ومادي، فقد لا يكون للخيال إلا دور

ضئيل في العالم. غير أن تاريخ العلوم يبين أن الخيال، في الواقع، كان وراء قفزات علمية مختلفة. لقد تبين أن كل كسب جديد في المعرفة العلمية لا يحصل إلا بخرق قوانين الأنساق العلمية القائمة. ففي الفيزياء المعاصرة، على سبيل المثال، أصبح مبدأ السببية مضمونا باستحال تجاوز سرعة الضوء. ولكن تم خرق هذا المبدأ غير ما مرة (في منظور كوسطا دو بو روكار وفيجيي مثلا). ثم أيضا خرق المبدأ الثاني للنظرية الدينامية الحرارية. وهكذا يمكن القول: إن الخيال في صراع دائم مع القانون العلمي ومع النظام بشكل عام. وعندما ينتصر الخيال يحصل تقدم. ألا يجوز إذن رد التقدم العلمي إلى انتهاك قوانين الطبيعة بفعل الخيال؟ يكفي تصفح تاريخ العلم لإدراك أهمية دور الخيال في ظهور كبريات الثورات العلمية: الثورة الكوبرنيكية والثورة الكاليلية والثورة الداروينية وثورة أينشطاين وبلانك في الفيزياء المعاصرة، وغيرها. لنذكر هنا بأن السرعة التي بها يحول الخيال البشري الطبيعة تطرح مشاكل. فنحن اليوم نعيش في وضع ثقافي واجتماعي متخلف بالنسبة للحالة التي عليها التقدم التكنولوجي. لاشك إذن أن هناك نقصا في عمل الخيال على المستوى الثقافي والاجتماعي. وقد يؤدي هذا إلى نوع من استلاب الإنسان بالنسبة لمنتوجه التكنولوجي نفسه. وإذا رغبنا في تجاوز هذا الوضع، فلا ينبغي لخيالنا أن يلتجئ إلى اللاواقعي أو إلى الأيديولوجيات "المعلبة" والسهلة التناول أو إلى الأحلام.

إذا قابلنا المنظور الديكارتي للعلم مع تطور العلم نفسه، فسوف يبدو أن البنية التاريخية للعلم تتضمن منطقا داخليا يحكمها. لكن، منذ بضع عشرات السنين، تبين أن الفيزياء بدأت تنتج مفارقات لا حل لها، على ما يظهر. لنأخذ مثال المفارقة المعروفة المنسوبة لأينشطاين وبودولسكي وروزن التي تبرر وجود التأثير الآني عن بعد، وهو أمر مستحيل في الفيزياء الكلاسيكية بما فيها النظرية النسبية. أيعني هذا أن المنظور الجديد للعالم المادي أصبح ينحو نحو المنظور الأسطوري لنفس العالم؟ ها نحن من جديد في عمق مشكلنا الأساسي: مشكل الخيال. فبفضل هذا الأخير، كل شيئ يمكن أن يوضع موضع سؤال. **أليس تقدم الغرب اليوم مؤسسا على العمل البطولي المتمثل في وضع كل انتصار جديد، كيفما كانت قيمته، موضع سؤال، ولو كان هذا الإنتصار ثمرة عمل مُضْنٍ وطويل؟** ففي ميدان الفيزياء مثلا، ومنذ بداية القرن العشرين، أدى الخيال إلى ضرورة الأخذ بعين الاعتبار واقع علمي غريب على المستوى الإنساني العادي ومؤسس على مجموعة من الثوابت. من بين هذه الأخيرة

ثابت بلانك "h" وثابت أينشطاين "c" (سرعة الضوء) وثابت بولطزمان "k". وبعد سنوات قلائل من إدخال هذه الثوابت بدأت المفارقات تظهر. من بين هذه المفارقات وأشهرها تلك المنسوبة لأينشطاين وبودولسكي وروزن المذكورة ومفارقة تماثلية الماضي والمستقبل (أو انتهاك النظام السببي) المنسوبة إلى فيجيي وكوسطا دو بو روكار، وغيرها. أيستطيع إنسان عادي تخيل إمكان الإبراق نحو الماضي؟ قد يصعب ذلك. ولكن دو بو روكار، العارم الخيال، لا يرى في ذلك مانعا إذا استعملنا في إرسال البرقية جزيئات ذات طاقة سالبة. وسوف يؤدي هذا إلى التخلي عن مجموعة من الأفكار الكلاسيكية مثل فكرة الزمن ذي الإتجاه الوحيد ماضي - مستقبل وفكرة السببية الشرطية التي يحدد فعلها مبدأ الحالة القصوى المتمثل في سرعة الضوء (ثابت أينشطاين : c). في هذا الإطار لم يبخل الخيال البشري أي مجهود في بلورة منظور جديد للعالم. ولحق أفكارا علمية أساسية تغير كبير. فبالإضافة إلى فكرتي الزمن والسببية المذكورتين، لحق تغيير جذري فكرة المكان أيضا. فمن المحتمل أن يكون المكان الرباعي الأبعاد (مكان مينكوفسكي) مجرد الجزء الواقعي (أو الظاهر) من مكان أعم أكثر تعقيدا : مثلا مكان ثماني الأبعاد. باستطاعتنا فعلا الحديث عن هندسة متعددة الأبعاد، ثمانية مثلا، أربعة منها هي أبعاد الزمكان النسباني المعروف والأربعة الأخرى خيالية بنفس المعنى الذي نتحدث فيه عن الأعداد الخيالية. وهكذا سوف نجد أنفسنا في وضع يكون فيه الواقع المباشر (الواقع بالمفهوم الساذج إن صح التعبير) مجرد مستوى من مستويات واقع أعمق. بل قد يكون هذا الواقع المباشر هو نفسه واقعا خياليا، بينما الواقع العلمي هو شيء آخر. وهكذا يصبح الخيال حلقة وصل بين العلم والشعر والميتافيزيقا والتصوف. وفي هذا الاتحاد سوف تختفي مجموعة من الأفكار العلمية الفلسفية الكلاسيكية. يكفي أن نذكر من بينها التقابلات المعروفة : ذات - موضوع، عقل - مادة، نظام - فوضى، إلخ.

إن هدفنا من اقتراح لقاء حول "الخيال ودوره في تقدم المعرفة العلمية" هو، أولا، إعادة النظر في مفهوم الخيال ودوره في التقدم العلمي، وثانيا، إعادة فحص علاقة الفلسفة بالعلم من خلال هذا الموضوع، ثم، أخيراً، تقويم آثار التغيرات السريعة وغير العادية في العالم على محيطنا الثقافي والاجتماعي.

عبد السلام بن ميس

الخيال والإبداع

عبد الرحمان التليلي
كلية الآداب - تونس

" إن وظيفة الخيال عبارة عن عملية كيميائية لمعالجة عقلية، حيث تتفاعل القوّة الفكريّة والانفعاليّة وتسهم في تنشيط التّنبيه والطّاقة وخلق العمل الإبداعي " (*) (Khatema).

إن كان ملكوت الإنسان هو ملكوت المعنى والدّلالة فلأنّ عالم الإنسان هو عالم الخلق والإبداع(1).

هذا الخلق ليس من مصدر له إلاّ المخيّلة البشريّة، فالإبداع نشاط يرتبط جوهرا بالخيال، والتّجديد لا يتمظهر إلا من خلال فعل الخيال(2).

(*) J. Khatema : "Advances in Researche on Greative Imagery", The Gifted Child Quarterly, 1977, XXI, (p. 433).

(1) يرى عالم البيالوجيا والفيلسوف الأمريكي : "سنوت" (Sinott) أن الإبداع هو أحد التجليات الطبيعية للحياة، واعتبر الخيال بمثابة قدرة الفرد على تصور شيء ما بين عقله، شيء لم يره من قبل، ولم يمر بخبرة خاصة معه.
عبد الحميد شاكر : **"الصورة العقلية والخيال الإبداعي" في** : عبد الحليم محمود السيد (محرر) **علم النفس العام**، القاهرة، 1990، ص 629.

(2) يرى الشيخ الرئيس ابن سينا أن التخيل هي، تلك القوة التي بها نفرق بين صور المحسوسات بعضها عن بعض، وبين المعاني بعضها عن بعض، أو بين صور المحسوسات والمعاني، أو نؤلف بينها جميعا في عمليات التفكير والابتكار. فالإبتكار عنده راجع إلى نشاط التخيل في عمليات التفريق والجمع بين الصور والمعاني المدركة بالحس. (ابن سينا : **"الشفاء" "النجاة"، "مبحث عن القوى النفسانية"، "عيون الحكمة"**)، وفي هذا يقول المعلم الثاني الفارابي عن الخيال : "أنه القوة تحفظ رسوم المحسوسات بعد غيبتها عن الحس، وتركيب بعضها إلى بعض في اليقظة والنوم" ؛ فالقوة المتخيلة، تركب المحسوسات بعضها إلى بعض، وتفصل بعضها عن بعض، تركيبات وتفصيلات مختلفة، بعضها كاذب وبعضها صادق" (الفارابي : **"آراء أهل المدينة الفاضلة"، "فصوص" - الحكم ضمن =**

إن الخيـال بفعل إلحاح الغـرائز يصوّر لنا حالات وهميّة تبعث الحمـاس في النّفس وتدعـمهـا أكثر ممّا تفعله الأفكار المبتذلة المألوفة التي تنتمي إلى هذا العالم. فالخيال يبدع نمطا جديدا من الحياة ويتيح للذّات التطلّع إلى آفاق جديدة في محاولة لاكتساح الحصار اليومي للصور والأشياء التي فقدت معناها لكثرة تداولها.

فالتّخيل يقوم على تداعي الصّور فيجعلها تتداعى من صورة لأخرى دون أن نظلّ سجناء صورة واحدة إذ هو قوّة تحرّرنا من خلال التّغيير والتّجدد اللاّمتناهيين فنشعر أنّنا أسياد خلقنا وآلهة منشآتنا. فلم يكن للعقل أن يحقق رغبته في السّيطرة على العالم دون أن يشرّع بمشيئته نواميس الكون والتي هي تجسيدا أو تأييدا لما ابتدعه خيالنا(3).

= "مجموعة عيون المسائل"). ومن ناحيته نظر "كانت" (Kant) إلى الخيال على أنه وسيلة أو أداة لسد الفجوة أو الثغرة بين الإحساس والتفكير، هذا على الرغم من وجود بعض جوانب الاختلاف فيما بينها حيث يرى "دافيد هيوم" أن الخيال يساعد على تكوين صورة للموضوع غير موجودة في الواقع، في حين يرى "كانت" أن أهمية الخيال تتمثل في تكوين المفاهيم المجردة.

فالخيال هو القدرة العقلية النشطة على تكوين الصور والتصوات الجديدة واعتبر الخيال أنه الجذر المشترك الذي ينبثق منه العلم والفن معا وينموان ويزدهران. والخيال إبداعي وبنائي ويتضمن الكثير من عمليات التنظيم العقلية ويشتمل على خطط خاصة بالمستقبل.

ويرى أتباع "يونج" (C.G. Yung) إن الخيال يعد مصدراً أساسياً للإبداع. وأن هناك أهمية كبيرة للصور الخيالية في التفكير الإبداعي.

(J. L. Singer : **Daydreaming**, NYC : Random House, 1966)

ومن ناحيته أكد "تومسون" على الدور المهم الذي يسهم به الخيال في الإبداع وأوضح أن النشاط العقلي الخاص بتنشيط كل إمكانيات التصور والخيال هو نشاط شديد الأهمية في إثراء عملية الإبداع بوجه عام.

(R. Thompson : **The Psychology of Thinhing**, London 1971)

وفي ضوء تعريف "ولس" (Wallas) للعملية الإبداعية بأنها تتضمن أربع مراحل هي الإعداد، والإختمار، والإشراق، والتحقق - يرى "جوان" (C.G. Gowan) أن هناك ارتباطا قويا بين عملية الاختمار والصور الخيالية الإبداعية. وأوضح أن ذلك من مهمة الشق الأيمن من المخ. وأن الاختمار (الاسترخاء) يعد من الظروف الملائمة التي تساعد الاستبصارات، والرؤى الإبداعية على النمو والظهور. (**نفسه** : Khatema 1977).

(3) يعرف أرسطو التخيل (فنتازيا φαυτασια) بأنه حركة ناتجة عن الإحساس بالفعل (De Anima, III, 3, 429a, 2-4, 3). فهو يهتم في تعريفه للتخيل بتوضيح العلاقة بين التخيل والإحساس، أكثر من اهتمامه بتوضيح الطبيعة الخاصة بالتخيل، وهي التفريق والجمع بين الصور والمعاني تمهيداً لعمليات التفكير والابتكار. ويعرف "دوجاس" (Dugas) التخيل بأنه القوة التي بها تستعيد النفس الأشياء الغائبة، وتبتكر أشياء لم توجد من قبل. فليس عمل التخيل منحصراً في استعادة الصور ولكنه يقوم أيضا بالتأليف والابتكار (Dugas : **L'Imagination**, Paris 1903) ومن ناحيته يعرف "وارن" التخيل =

فكل مكسب جديد ينضاف للحقل العلمي يكون الخيال أصله ومصدره(4). وكل تمثل موحّد ومنسجم للعالم الذي يحيط بنا هو دوما نتاج المخيّلة.

فالخيال ينطلق من العالم ويعود إلى العالم باحثاً عن بنائه وإعادة بنائه في مجال من الحسّية، وتتمثّل في ما ينشده موضوع ما من قيم متعدّدة.

يجمع الخيال الفن والعلم كرؤى نطلّ من خلالها على العالم وبهما نسعى لإنشاء المعنى والقيمة على حضورنا في العالم.

= بأنه عملية عقلية عليا تقوم في جوهرها على إنشاء علاقات جديدة بين الخبرات السابقة بحيث تنظمها في صورة وأشكال لا خبرة للفرد بها.

(H. C. Warrem : **Dictionary of Psychology**, Boston, 1934)

والتخيل بهذا المعنى عملية عقلية تستعين بالتذكر في استرجاع الصور العقلية المختلفة ثم تمضي بعد ذلك لتؤلف منها تنظيمات جديدة تصل الفرد بماضيه وتمتد به إلى حاضره ومستقبله، فتبني من ذلك كله دعائم قوية للإبداع الفني والتكيف القوي للبيئة (فؤاد البهي السيد: **الأسس النفسية للنمو من الطفولة إلى الشيخوخة**، القاهرة، 1971). ومن جهته يعرف "ويبستر" الخيال بأنه: الفعل أو عملية التخيل فهي التحليل العقلي لأفكار جديدة من عناصر توجد في الخبرة بشكل منفصل أو مستقل.

(J. Khatema : "Imagination Imagery", buy Children and the Production of Analogy, Gifted child Quaterly, 1973).

حول التخيل والإبداع راجع: عبد الستار إبراهيم: **آفاق جديدة في دراسة الإبداع**، (الكويت 1978). د. عبد الحليم محمود: **الإبداع والشخصية**، (القاهرة 1971)؛ شاكر عبد الحميد: **"الصور العقلية والخيال الإبداعي"**، في: عبد الحليم محمود السيد (محرر) علم النفس العام، (القاهرة 1980)، شاكر عبد الحميد: **"العملية الإبداعية في فن التصوير"**، (الكويت 1987)، د. عزة الغنام: **"الإبداع الفني في قصص الخيال العلمي"** (القاهرة 1988)، د. عبد اللطيف محمد خليفة: "علاقة الخيال بكل من حب الاستطلاع والإبداع لدى عينة من تلاميذ المرحلة الإعدادية"، **المجلة العربية للتربية**، (الألكسو)، 14، 1984، سامي أدهم: "الإبداع الخيالي" **الفكر العربي المعاصر**، تموز/آب، عدد: 66-67. 1989، غاستون باشلار: **"جماليات المكان"**، ترجمة غالب هلسا، (بيروت 1987).

(4) حول هذا المبحث راجع:

Basarab Nicolescu : "L'imaginaire sans images : symboles et thêmata dans la physique contemporaine", in **L'imaginaire dans les sciences et les arts** (Cahiers de l'imaginaire), l'Ile verte Berg international, Paris 1979 (pp : 25-36) ; Gérald Holton : **"L'imagination scientifique"**, Paris (Gallimard) 1981 ;

Alexandre Koyre : **"Etudes d'histoire de la pensée scientifique"**, Paris (Gallimard) 1973.

راجع أيضا: جون. ج. تايلور: **"عقول المستقبل"** ترجمة: د. لطفي فطيم، (عالم المعرفة)، الكويت 1985.

لا تربطنا بالطّبيعة علاقة آنيّة ومباشرة وإنّما ثمّة واسطة تربط بيننا وبينها هي ما نضيفه إليها وما نبدعه فيها. وما اللّغة والرّموز والفنون والعلوم . . . تلك الأدوات التي تلازم كينونة الإنسان إلاّ تأكيدا للذّات الصّانعة المبدعة(5). والإنسان مدين بوجوده لإبداعاته أو بالأحرى لملكة الخيال والإبداع لديه. إلى الخيالي الذي يثير فينا الجمالي لأنه ينشأ المختلف والمغاير. فالخيال لا يشير إلى الكينونة والوجود الأنطولوجي، وإنما هو مجاوزة لما هو أنطولوجي ووجودي. فالإبداعي في المتجاوز، فيما ليس يرى ويشاهد. هو هروب من المتناهي، من الموجود العبثي إنه ضرب من الانتصار الأنطولوجي، فكيف يتمظهر هذا الانتصار في التّجربة الفنّية وفي التّجربة العلميّة ؟

ما علاقة الإبداعي بالخيالي ؟ أي حضور للخيالي في الإبداع الفني وفي المعرفة العلميّة من جانب ثان ؟

إن الإبداع في الفنّ لا يظهر إلا في المختلف، فالمختلف الفريد هو الذي يفرد العمل الفنّي، فالشّيء الذي هو نفسه لا نلمس فيه القيمة الجمالية. لأن القيمة الجمالية لا تبرز إلاّ في الفريد المختلف، في المغاير المتميّز(6). فليس لنا والحال هذه أن نبحث عن الجمال وعن الإبداع في الطّبيعة، إن عالم الفيزيس هو عالم التّقنين والرّتابة والآليّة، وعالم الفنّ هو عالم الانطلاق والتحرّر لذا لا يمكن أن يكون الإبداع إلاّ في المغاير المختلف الذي ينشأه الخيال فيجاوز من خلاله الحضور والطّبيعة. إن الإبداعي الجمالي مغاير لقانون الطّبيعة.

(5) لاحظ "تومسون" إلى الدور الهام الذي يساهم به الخيال في الإبداع، وفي الأحكام والصور بأنواعها المختلفة، وكذلك عناصر الخبرات الإدراكية التي يتم تذكرها قد تستخدم كمادة لتطوير مواد أخرى جديدة يتم استخدامها في الأعمال الإبداعية.

(R. Thompson : "The psychology of Thinking" (p. 196..)

(6) فالجمال والإبداع ليسا في الطبيعة الفيزيائية. فالفيزيائي هو الرتيب وهو المقنن وهو الكون الطبيعي. إن الإبداع هو الخلافي اللاّمساوي لذاته والمغاير لقانون الطبيعة. فالإبداع لا يستقر في الهوية وليس في التطابق والتجانس وإنما في الخلافي المختلف. سامي أدهم: "الإبداع/ الخيالي"، (**الفكر العربي المعاصر**)، 66-67 (1989) ص 45 . . .، ومن ناحيته يقول "هيغل" (Hegel) : "هناك ضرورة داخلية للإهتمام بالتأمل الجمالي وبممارسة الفن" فالتربية الجمالية لا تتجه إلى إنتاج فنانين بل إلى إثارة المقدرات الطبيعية الداخلية التي تتعلق بالممارسة الفنية وإتاحة التأمل الجمالي. هيغل: **"مدخل إلى علم الجمال"** (Introduction à l'Esthétique). ويقر "سارستر" بأن الفن تعبير عن الفعل الإنساني، عن الإمكانية الكامنة فيه. فإرساء الوعي الجمالي - أي وعي الحساسية المخيالية (Sensibilité de l'imaginaire) لا يتم إلاّ من خلال التعبير عن الانفعالات الجمالية الكامنة داخلنا.

ففي تماثل الأثر الفنّي وما في الطّبيعة لاّ إبداع. الإبداعي هو البعيد عما هو في الطّبيعة المحسوسة لا نلمس في التّطابق والتّجانس إبداعاً وإنما نجده في المغاير المختلف. إذ أن قيمة الأثر الفني وديمومته تكمن في فردانيّته المطلقة. فليس في محاكاة الطّبيعة الصمّاء والخرساء إبداع.

إن كلّ ما في الطّبيعة مساو لذاته والإبداعي يلوح بإنيّة مختلفة، فالشّيء كما هو سكون وموت؛ فالفن ليس هَو الجمود وإنما هو تحطيم ومجاوزة لهذا الموجود؛ هذا المستقر الساكن الهادئ(7).

ففي المختلف نلمس روح الأثر الفني وقدرة الإنسان على إبراز هذا المغاير المختلف؛ هذا المختلف الذي يولّد في الأنا أبعاداً لا متناهية؛ ومن هذا المختلف يتمظهر الخيال الباعث للحياة في الأثر الفنّي.

إن أصل الفنّ وأصالته يكمن في الخيال، في هذه الرؤية المتميّزة التي تقود الفنّ نحو الإبداع(8).

الفنّان يجسّد ويبرز ويخلق ما هو ليس هو، وهو بذلك يريد أن يجعل من ذاته ما ليس ذاته، فهو يسعى للتألّه وهو فعلاً إله أمام إبداعاته؛ فقط في لحظة الخلق المنبعثة من الخيالي المبدع يستطيع الفنان "أن ينزع عنه الحداد ويكون إلاها"(9). إنّها لحظة تحطيم اللّحظة التي تميتنا وهروب من سكون قاتل يخنق الذّات إلى دنيا الخيال بحثا عن الكينونة المغتربة في اليومي، وتوقاً لملاقاة الذات الحقيقية، المغيبة في الزّمن.

فمن الخيالي تنبثق الحركة، تنبعث الحياة، يتولد المعنى؛ فعمل الفنان ليس إلا إضفاءاً للمعنى فيما هو خلو منها، وإيجاد نافذة أرحب نطلّ منها على العالم فعلى

(7) انظر: سامي أدهم: "**الإبداع الخيالي**"، ص: 45 وما يتبعها.

إن أصل الفن وأصالته "هيدغر" (Heidegger) لا يمكنان في التساوي الفارغ ولا في الانتساب إلى ثقافة بذاتها، بقدر ما ينتسبان إلى الخلافي المختلف. فالخلافي في الفن هو رؤية متمايزة، تجعل التعبير في الفن ينحو نحو الإبداع والأصالة. **نفسه**، ص: 46.

(8) يعتمد مفهوم الخلق الفني لطرح إشكالية ذات أهمية في حقلي الجمالية الحديثة والمعاصرة، فبعد أن ساد التفسير اللاهوتي للإبداع الإلهي وحصرت عملية الخلق داخل علاقة الإنسان بالله باعتباره الخالق والمبدع الوحيد تكونت ميتفيزيقا [الإبداع] الإنساني لتركز على تحقيقه انطلاقا من الذات المبدعة. أنظر: توفيق الشريف: "**فلسفة الفن**"، فصل II: الخلق الفني والخيال، (تونس 1995)، ص 29 وما يتبعها.

(9) بول كلي: "**نظرية الفن الحديث**":

Paul Kle : "Théorie de l'art moderne", Paris (Gauthier) 1982, p : 40-41.

ذواتنا فلا يلوح لنا إلا الجمالي. وهذا الجمالي يستدعي الإبداعي، والإبداعي لا يظهر إلا في الجمالي.

فالإبداع الفنّي إذن ليس تصوّرا محدّدا وليس ما هو متطابقا متماثلا مع الطّبيعة، وإنما هو في المغاير المختلف النّابع من الذّات الفنّانة المتجاوزة لنفسها والمتفوّقة عنها بما تكتسبه من قدرة خياليّة إبداعيّة تخترق بها الأباعد. فالقيمة الجماليّة الإبداعيّة لا تستمدّ من السّكوني، المتكرّر، الرّتيب المساو لذاته وإنما من المختلف المغاير، من الخيال السابح في فضاء الرّموز والصّور الذهنية. وحده الخيال يختلف مع ذاته ففي كل لحظة خياليّة خلق وإبداع لأنّ كلّ لحظة مختلفة عن سابقتها. إن الخيال هو الذي يحرّك اللّحظات وهو الذي يكسبها المعنى ؛ ويضفي عليها القيمة. فلو توقّف الخيال لحظة لتساوت اللّحظات وتأكّدت عبثيتها ؛ ولأصبح الماضي والحاضر والمستقبل متجمّداً في الحاضر اللّحظوي. إن كلّ لحظة في الخيال هي نزال للزّمن الّذي يحملنا ليمحونا. اللّحظة الخياليّة تنتصر على الزمن لأنها تخلّد في الزّمن ؛ فوحده الإبداع يخلّدنا، هذا الإبداع للمغاير وللمختلف. والإبداع الخيالي هو إبداع مختلف ؛ فالخيال ينتج المغاير في العمل الفنّي.

وهذا الخيال هو جوهر الإبداع وأصل العمل الفنّي، فمن الذات المبدعة ينبجس الإبداع في الأثر الفني، ومن الخيال ينبثق الإبداع، فخطأ أن نفصل الإبداع في الأثر الفني عن الذات المبدعة، وعبثي أن يظل الإبداع في الخيال بدون الذات المبدعة. فالإبداع هو تمظهر الخيالي والرّمزي في الأثر الفني ونجد أصول المختلف المنبجس من الخيالي في الأنا الإنساني ذاك الأنا القلق الممزّق الذي ينزع نحو الفن السامي. فالصراع والمعاناة هما شرطا انبعاث القيم الجماليّة الكامنة في الأنا.

إن الوعي المغترب يخلق المحال، ويحلق في الفضاء الخيالي ؛ هو الوعي المجاوز للوجود، إنه الوعي المبدع الذي يخلق عالما خياليّا ويبدع فنّا يحاول أن يكشف من خلاله عن كينونته أو يخلق من خلاله كينونته ويؤكّدها.

إن الإبداع هو طريق الذّات لذاتها فهو شرط البحث عن الآنية. ففعل الإبداع ليس إلاّ هذه الحركة ألاّ متناهية التي تنفي فيها الذات ذاتها تطلعا لما ليس ذاتها. فيصبح بذلك الإبداع فعلا مبدعا تخلق فيه الذات المبدعة السابحة في العالم الخيالي ذاتها من جديد. فالذات وهي تغترب في العالم الخيالي تحمل معها الإبداع

والكينونة. إن ملكة الخيال تتوسّط لما هو وما هو ليس هو ؛ فتعيد خلق الذّات وخلق العالم. إذاً الخيال ينشأ التمثّلات والصّور المشحونة بالمعاني والدّلالات.

إن الخيـــال هو بحث عن المعنى ولأن ملكوت الإنســان هو ملكوت المعنى والدلالة لابد أن يكون عالم الإنسان عالم الخيال. فالمعاني محمولة بالخيال. هكذا يطوّر الإنسان موقفه من العالم عبر كل بنى المشروع الخيالي[10]. فالعالم الخيالي ليس وهما كما يعتقد، بل هو حاجة ضرورية للذات لتستكشف كينونتها وتبحث لها عن موقع في خضمّ الموجود علّها تشعر بقيمة هذا الوجود. ووحده الخيال منشأ للمعنى وحامل الدّلالة. لأنّ "الواقع ليس ما نعتقده بل هو ما كان ينبغي أن نفكّر فيه" بتعبيرة بشلار ويمكن أن نظيف: ما نتخيّله". فنحن نعيش في العالم وفي ذهننا عالم. نحن نتموضع في عالم مخيّلتنا.

يظهر الخيال الرّمزي كنفي للفناء الذي يمارسه الموت العنيد والزّمن العبثي، فالخيال يجدد التوازن الحياتي الذي تتحكم به مهارة الموت. ويعود إلى برغسوف فضل إعطاء دور بيولوجي واضح للخيال ولما يطلق عليه برغسوف "وظيفة التّخريف" بوصفه "ردّ فعل الطبيعة ضد الإرادة الهدّامة للعقل" وتتمظهر هذه الإرادة السّلبية للعقل في الشّعور بالضّعف والموت. ومن هنا يتحدّد الخيال "كردّة فعل دفاعيّة للطبيعة ضدّ التّصور بالعقل لحتمية الموت"[11].

---

(10) راجع عمل: Gilbert Durant : **"L'imagination symbolique"** جيلبار دوران: الخيال الرمزي" ترجمة علي المصري، (بيروت 1971).

(11) H. Bergson : **"Les deux sources de la morale et de la religion"** Paris (P.U.F) 1976, p 127, 159.

لذلك يعتبر برغسون أن الصور الخيالية منافضة لصور العقل إذ نراه يقول: "فلما رأت أن عمل العقل يقوم على التصورات عمدت هي إلى إنشاء تصورات خيالية تصمد أمام تصور الواقع (برغسون): منبعا الأخلاق والدين) "Les deux sources de la morale et de la religion" : فالوظيفة التخيلية تنتسب إلى العقل لكن انتسابها له لا يعني تأثرها بتركيبته وخضوعها لأوامره. فهي ليست من العقل من ناحية تركيبتها ومن ناحية وظيفتها ولكنها منه من حيث موضعها ومكانتها. انظر: عثمان جبري: **"الأخلاق والدين – بين علم الاجتماع والتصوف –"** (تونس 1988) ص 188، ومن ناحيته يقسم برغسوف الانفعالات إلى صنفين أو مستويين: المستوى الأول: انفعالات ناتجة عن تصور عقلي لذلك يطلق على هذا الصنف من الانفعالات "أدنى من العقل".

المستوى الثاني: الانفعال الأسمى من العقل. فهو عبارة عن حالة وجدانية ملأى بالتصورات العقلية. ويرى الفيلسوف برغسون أن هذا النوع من الانفعال هو الذي يمكن أن يؤدي إلى أفكار إبداعية. السيد عبد الحليم محمود **"الإبداع والشخصية"** (القاهرة 1971) ص 241.

وعقب برغسون بسنوات عدّة أكد رنيه لاكروز[12] على الدور البيولوجي للخيال " حيث تبدو لديه مملكة الصور كموقف انطواء في حال الاستحالة الماديّة " أو " التّحريم الأخلاقي " وهروباً بعيداً عن الواقع المميت. واستناداً على التقييم الانتروبولوجي يتوصل جلبار دوران لاثبات الوظيفة الدينامية للخيال والتي تنشد تطوير موقف الإنسان في العالم عبر كل بني المشروع الخيالي[13]، وهو لا يختلف في تحديده هذا عن مارسيل غريول(Grioule) - عالم السّلالة - في اعتبار الخيال ضرباً من التمرّد على فساد الموت ؛ فأنَ نتخيّل الموت كراحة، كاسترخاء، فكأنّما بذلك نواريه وندمّره.

الخيال الرمزي هو أيضا باعث للتوازن النفسي الاجتماعي. ففي التحليل النفسي (مع فرويد) يتحول الدافع الجنسي إلى قوة مبدعة (الإعلاء أو التسامي) تترجم قيمة الخيال بوصفه متنفّس آدم ؛ فإلى دنيا الخيال يهرب إنسان حضارة القمع، وفي عالم الخيال يحقق ما عملت الحضارة على قمعه باستمرار. فالخيال هو الخلاص من واقع مميت ومن حقيقة قاتلة. وهو بذلك قادر على أن يحقق هذا التوازن النفسي والاجتماعي[14].

أما علماء النفس المعاصرون، فقد جعلوا للصورة دوراً جوهريا : فهي عامل دينامي يُعيد التوازن العقلي، أي الدّور النفسي الاجتماعي.

وبما أن الطبيب النفسي سيعالج مرضى نفسيين، فهو سيبني لهم صوراً متعارضة، صوراً تسمو بهم عن اللحظة وتختلف عن اللحظة، لأنها يجب أن تكون أفضل من اللّحظة.

ومن أجل إعادة التوازن لمرضى العصاب الذين يضيقون ذرعا بالواقع ويتجهون لفقدان الصلة به فإن رويد ديزوي (R. Desoille) في علم المداواة، يجعل مرضاه يحلمون. فهو يجعلهم حسب المصطلح البشلاري "ينسون الخوف "[15].

---

(12) R. Lacrose : **"La fonction de l'imagination"**, Paris (Boivin et Cie), 1938.

د. لاكروز : **"وظيفة الخيال"**، في : **"الخيال الرمزي"** لجيلبار دوران، ترجمة علي المصري، ص : 115.

(13) ج. دوران : **"الخيال الرمزي"**، ص 115.

(14) إن الإبداع والخيال لا يرتبطان بعامل نوعي واحد، بل يرتبطان بالعديد من متغيرات الشخصية. فالعلاقة بينهما تتشكل بالوظائف المختلفة للأساليب المعرفية.

(15) ر. ديزوي : **"حلم اليقظة في الطب النفساني"** (باريس 1952)، راجع : غاستون باشلار : **"الأرض وأحلام اليقظة"**. =

فمن الإرادة الهائلة للإنسان تنبثق الحريّة الشاعرية حرية الخيال " وهكذا نشعر أكثر من أيّ وقت مضى أن علما دون شعور أي دون تأكيد أسطوريّ " لامل " إنسانيّ سيسم الانهيار النهائي لحضارتنا " (16).

بين زوال الصورة وخلود المعنى الذي يبنيه الرمز تلج الثقافة الإنسانية كلها كواسطة أبدية بين أمل الناس ووضعهم الزمني. فلا يمكن للإنسانية أن تحارب الوهمي والخيالي. فعلى الذات الإنسانية أن تحلم بالكلمات، وتحلم بالقصائد وتحلم بالأساطير . . . عليها أن ترتمي في أحضان الحقيقة التي يصطنعها خيالها. فهي الحقيقة الأكثر حياة والأكثر أهمية بالنسبة لمصير الإنسان ولسعادته من الحقيقة الموضوعية المميتة.

إن الحرية الحقيقية وشرف النزوع الأنطولوجي للبشر لا يرتكزان إلا على تلك العفوية الفكرية وذلك التعبير الخلاق الذي يشكل ميدان التخيل. لذا، يبدو أن علم تربية الخيال يفرض نفسه إلى جانب التربية البدنية والعقلية، وقد استفادت حضارتنا دون أن تدري من نظام خاص للتحليل لأنها مهما ادعت العقلانية ومهما مجدت الموضوعية وتخلت عن الروحانيات تجد نفسها مغمورة بجزر الذاتية المكبوتة وبالحنين إلى ألاّ عقلانية حتى لا يتحول الكائن الإنساني إلى مجرد شيء غير قادر على التخيل.

بعيداً عن اعتبار الخيال من رواسب عجز ذرائعي، فإنه يبدو كطابع للنزعة الأنطولوجية، إنما هو ضرب من الانتصار الأنطولوجي ؛ وبعيداً عن الاعتقاد بأنه ظاهرة عارضة وسلبية تمثل عدمية ماض بعيد أو تأملاً عبثيا له ؛ فقد ظهر التخيل ليس فقط كفعل يغير العالم، كخيال مبدع بل أساسا كتغيير أفضل للعالم ؛ كقدرة ذهنية كتنسيق للكائن ضمن أنظمة أفضل. ذاك هو الهدف الذي يرنو إليه التوجه الخيالي.

(G. Bachelard : "La terre et les rêveries de la volonté", Paris (Corti) 1948, p. 398) =

وبتعبير آخر فإن الخيال حسب علماء التحليل النفسي هو نتيجة لصراع بين الغرائز الجنسية والكبت الاجتماعي، وبعيداً عن كونه نتيجة للكبت فالخيال هو على عكس ذلك مصدر للتصريف. ج. دوران: **"الأنتروبولوجيا رموزها أساطيرها أنساقها"** ترجمة د. مصباح الصمد، (بيروت 1991). ص 20.

(16) ج. دوران: **"الخيال الرمزي"**، ص 127.

يتفق "بروست" مع "برغسون". أن الحريات التي يرفع بها العقل الكلفة مع الطبيعة لا تحدد في الحقيقة طبيعة العقل، أمّا ما يراه غاستون باشلار فإن الخيال هو قوة رئيسية من قوى الطبيعة الإنسانية. وبسبب سرعة فعله، يفصلنا الخيال عن الماضي وعن الواقع، انه يواجه المستقبل. فإذا عجزنا عن التخيل فسوف نعجز عن التنبؤ. غ. باشلار: **"جماليات المكان"** ترجمة غالب هلسا، بيروت 1991)، ص: 30.

صراع الخيال والعقل
في الحضارة العربية الإسلامية

محمد المصباحي
كلية الآداب - الرباط

مهما قيل عن الحضارة العربية - الإسلامية، فإننا نعتقد أنها كانت في جوهرها حضارة عقل لا حضارة خيال. والدليل على ذلك أن لغتها العربية أوجدت ما يقرب من أربعين مرادفاً لاسم العقل، هذا عدا نعوته المتعددة والواردة في معظمها من التراث اليوناني (كالعقل المنفعل، والعقل بالقوة، والعقل المادي، والعقل بالفعل، والعقل الفعال، والعقل بالملكة، والعقل القدسي، والنفس العاقلة أو الناطقة). في حين أنها لم تعط الخيال أو المتخيلة سوى مرادفات معدودة، مع الاعتراف بأنها أوجدت لمتعلقاته وتوابعه أسماء كثيرة.

وبالرغم من اختلال ميزان القوى اللغوي والدلالي هذا بين القوتين الخيالية والعقلية، فقد كان للإنتاج الخيالي، الثقافي والعلمي، ولتأثيره العملي على صعيد الجماهير والعمران، وقعاً لا يقل عن وقع العقل. وهذا ما يحملنا على القول بوجود صراع حاد، خفي أحيانا وصريح أحيانا أخرى، بين العقل والتخيل في حضارتنا العربية الإسلامية.

وقد اتخذ الخيال عند الفلاسفة العرب عدة أبعاد ومستويات، تجعل فعله يشمل معظم الأنشطة البشرية الانفعالية والفعلية، البيولوجية والمعرفية، الحركية والإدراكية. فالخيال هو أداة معرفية وعملية وتخييلية، أداة لنقل الواقع والاحتفاظ به في غيابه، وأداة لتجاوز الواقع وإبداعه أو تشويهه، أداة للاستعارة والبرهان، أداة

للتمثيل والتأويل، أداة لتحريك الفعل والتأثير على الإنسان والواقع الذي يوجد فيه. كما أنه أداة للانفعال بالواقع والتأثر به والوقوع ضحية مفارقاته، وأخيراً قد يندّ الخيال عن مراقبة العقل، فيجنح في تخييلات غريبة تكون مصدراً للإبداع أو فخاً للتوهمات. وهذا ما يجعل الخيال، بلغة المتصوفة، برزخا يربط بين كل شيء، بين المعقول واللامعقول، الحس واللامحسوس، الرؤيا والواقع، الوهم والحقيقة، السماء والأرض. ومن أجل ذلك كان الخيال أداة التواصل بامتياز بين الإنسان وذاته، بين واقعه ومستقبله، بين الإنسان وغيره، سواء كان هذا الغير إنسانا أو أحد الكائنات الميتافيزيقية التي خلقتها القرون القديمة والوسطى، كالعقل الفعال وما في معناه، الخيال باختصار حاضر في النوم واليقظة، حاضر في العلم والتقنية، في الفعل وتجلياته (من أخلاق وسياسة ودين)، في الانفعال ولواحقه (العواطف والأمراض النفسية. . .) وفي الإبداع بأجناسه وفنونه.

إن اختلاف نظريات الخيال، تابع لتغليب أحد هذه العناصر أو بعضها في النظر إليه وتحليله. وهذا ما حصل في الفكر الفلسفي العربي الإسلامي. فمنهم من غلّب الجانب التخييلي كالفارابي وابن سينا وابن طفيل، ومنهم من غلّب الجانب المعرفي كابن باجة وابن رشد، ومنهم من حرره من كل ارتباط بالمادة ناظرا إليه نظرة روحية خالصة كابن عربي والملاصدرا الشيرازي. وبالإضافة إلى هذا العامل المذهبي، يمكن إضافة الصراع بين العقل والخيال، أو الصراع بين النزعة الخيالية والنزعتين الواقعية والعقلانية، بوصفه عاملا من العوامل التي تفسر تعدد هذه القراءات. وقد امتد هذا الصراع إلى زماننا هذا، حيث ساد منذ مدة الرأي القائل بأن التفريط في العقل لحساب الخيال أو لحساب أحد منتوجاته، هو المسؤول المباشر عن توقف وانهيار حضارتنا. وقد كان فشل المقابلة الشهيرة بين ابن رشد وابن عربي، والتي انتصر فيها هذا الأخير، مؤشراً على نهاية عهد العقل، وبداية عهد الهيمنة الثقافية للخيال على فضاء العالم العربي الإسلامي ممثلة في فكر الإشراق والتصوف. فهل كان هذا الميل لصالح الخيال هو السبب الحقيقي في جمود الحضارة والثقافة عن المبادرة الخلاقة في الزمان الوسطوي المتأخر، أو أنه علينا أن نبحث عن السبب الحقيقي في عالم الفعل والسياسة ؟

من حسن حظ الخيال في أيامنا هاته، أنه بعد انحسار النفوذ التنويري وظهور حركات التحليل النفسي والأنتروبولوجي والحركات ما بعد الحداثية في الفنون

والآداب والفلسفات، وبعد ظهور مجموعة من العلوم والتقنيات والفعاليات التي تعتمد على الصورة وسيلة للتبليغ والتواصل والمعرفة، أصبح التنويه بالخيال وبمنتجاته هو القاعدة، ولم يعد يُنظَر إليه على أنه أخس من العقل. وهذا ما يجعلنا نقول إن فكر ما بعد الحداثة بمعناه الواسع، والذي يتضمن التيارات والعلوم المختلفة المشار إليها، هي امتداد لابن عربي أكثر من أنها امتداد لابن رشد!

وإذا كانت طبيعة الخيال التوسطية، قد أهّلته لأن ينتمي وظيفيا في نفس الوقت إلى عالمي الحس والعقل، فإنه من الناحية الأنطولوجية ليس لا من هذا ولا من ذاك. فلمنتجاته نمط وجودي خاص، هو الوجود الذهني. لكن هذا النمط من الوجود النفسي للخيال، لا يقوم على مبدإ المطابقة مع الواقع كما هو الشأن بالنسبة للمعقولات النظرية. بل إن وجوده الذهني يقوم على مبدإ المحاكاة والتصوير والتمثيل والترميز للواقع والعقل معاً. وهذا ما مكّن الخيال من أن ينفتح على أشكال وعوالم متعددة من الإبداع على مستويات الحلم والرؤيا، النص والصورة، الفعل والتاريخ. لكن في المقابل يمكن أن تعرّض هذه الأفعال المختلفة الخيال لخطرين، خطر الانزياح نحو تخييلات وتهويمات مرضية، على مستوى التصور، وخطر الانزلاق نحو الكذب، على مستوى التصديق.

ونرجع إلى تاريخ الخيال في ماضينا الفلسفي، لنقول إننا يمكن أن نتكلم عن أربع مراحل في تطور الخيال عند فلاسفة الإسلام: فالفارابي وابن سينا يشكلان في تطور نظرية الخيال العربية الإسلامية اللحظة الشعرية والقدسية للخيال، لحظة المحاكاة والمجاز الفعال؛ ويشكل كل من ابن اجة وابن رشد اللحظة المعرفية للخيال، وأخيراً يمكن اعتبار لحظة ابن عربي والملا صدرا الشيرازي اللحظة الأنطولوجية للخيال.

1) اللحظة المجازية للخيال: الفارابي

تقوم القوة المخيلة عند الفارابي، بعدة أفعال أو وظائف تغطي الحياة الانفعالية والفعلية والمعرفية كالحفظ والإلهام والرؤيا والأحلام والتنبؤات، هذا عدا دورها في الحث على العمل أو الصد عنه. وفي غالب الأحيان، تكون المخيلة خادمة لغيرها من القوى المعرفية أو النزوعية، ولكنها أحيانا تفعل من أجل ذاتها، أن من أجل فعلها التخيلي فقط.

لقد مر بنا أن ما يميز لحظة الفارابي في تاريخ التخيل، هي اللحظة الشعرية المجازية. وبالفعل فإن المخيلة تقتطع من مجال الأقوال قولا خاصا بها هو القول الشعري، الذي يستخدم أداة المحاكاة من أجل استحداث وإثارة التخييل عند المتلقي. ومن ثم كان التخييل هو غاية القول الشعري، في مقابل الإقناع الذي هو غاية القول الخطابي، والظن الذي هو ثمرة القول الجدلي، والعلم الذي هو ثمرة القول البرهاني.

والتخييل ليس هدفا في حد ذاته، بل له مقاصد في غيره وأشهرها المقصد العملي الذي يعمل على حث الفرد على فعل الخير والابتعاد عن الشر، أو العكس.

ويبدو من التجربة في هذا الصدد، أن الصور الخيالية أو التخييل أعظم أثراً من الظنون والعلوم. لأن التخييلات أشد وقعا في النفوس من الحقائق والوقائع، لذلك من يتقن صناعة التخييل يكون أشد تأثيراً من الذين يحترفون البرهان. فالجمهور يريد صوراً وتخييلات للنهوض إلى العمل والإبداع، لا براهين وأقيسة مطولة ومملة لحواسه وفكره.

وبالرغم من أن الخطابة هي أشد الأقوال قربا من القول الشعري، فإنها تختلف عنه لأنها ترتبط أساساً بالتصديق، في حين يرتبط التخييل أي القول الشعري بالتصور. فالإنسان لا يحتاج إلى تصديق الشيء المخيّل للنهوض إلى الفعل أو الهروب منه. فعندما تحصل جودة التخييل يمكن للإنسان أن ينهض لفعله، وإن كان علمه بالشيء يوجب خلاف ما يتخيله. وكثير من الناس كما يقول الفارابي "إنما يحبون ويبغضون الشيء ويؤثرونه ويجتذبونه بالتخيل دون الروية، إما لأنه لا روية لهم بالطبع، أو أن يكونوا أطرحوها في أمورهم".

والغريب في الأمر، أن الفارابي يتصور إمكان أن يلعب التخييل دوراً في إصلاح القوة الناطقة النظرية والعملية نفسها، بتسديد أفعالها نحو السعادة. كما قد تقوم بدور تليين عوارض القوة في الإنسان لتصير إلى الاعتدال مثل الغضب وعزة النفس والقسوة والنخوة والقحة ومحبة الكرامة إلخ، أو تقوية عوارض اللين والرخوة في الإنسان كالشهوات اللذات ورقة النفس والخوف والغم. ولكنها في المقابل قادرة أن تحدث في العقل وفي القوى الانفعالية حالات وكيفيات مضادة للحالات السابقة.

وعندما تصل المخيلة عند بعض الناس إلى مرتبة الكمال، يصبحون قادرين على تلقي الوحي وتحويله عن طريق المحاكاة والترميز والإبدال لتقريبه من أفهام الجمهور. وهذا التوسط للخيال بين الوحي والجمهور لا يقوم بتحويل المعرفة الحسية إلى معرفة عقلية، بل بتحويل "المعرفة العقلية" أو الميتافيزيقية إلى معرفة خيالية وحسية. ومعنى هذا، أن هذه المرتبة الكاملة للمتخيلة تؤهلها لأن تكون قادرة على قبول الوحي الإلهي مباشرة من العقل الفعال، بخلاف الأمر بالنسبة للعقل البشري الذي لا يستطيع أن يتصل بالعقل الفعال إلا عن طريق المتخيلة.

ويمكن أن نتكلم عن توسط ثالث للمتخيلة - بالإضافة إلى التوسطين السابقين بين المحسوسات والمعقولات، وبين الوحي والمحسوسات - وهو الذي يكون بين العقل النظري والعقل العملي. إن تحويل المخيلة للمعقولات النظرية إلى معقولات عملية، وتحويل الحقائق الإلهية والمعقولات المفارقة إلى رموز خيالية هو من أجل توظيفها في أفعال المدينة والعمران، وجعل المعرفة الإلهية قابلة للتداول بين الجمهور.

هكذا تصبح المخيلة عن طريق المحاكاة، أداة للتواصل الجماهيري، أداة توصيل الحقائق إلى الناس على شكل رموز. فتتحول من وظيفة معرفية إلى وظيفة تواصلية. وهكذا تصبح المتخيلة على صعيد التحويل الرمزي للمعقولات، تعادل القوة العاقلة في قيمتها، هذا إن لم تكن تفوقها، بعد أن كانت على صعيد المعرفة النظرية أقل قيمة من النفس العاقلة.

ويبدو أن زمان المتخيلة عند الفارابي كان متوجها نحو المستقبل أكثر من توجهه نحو الماضي بخلاف ما نجده عند أصحاب التحليل النفسي، لأنها إن كانت في بدايتها تقوم باستحضار صور ورسوم لأشياء سبقت أن مرت والتقطتها القوة الحاسة، فإن وظيفتها الحقة لديه، تقوم في توقع أشياء ستحدث في المستقبل بل وفي رؤيتها موجودة.

وهناك مجال آخر تفعل فيه المتخيلة من أجل ذاتها، لا من أجل غيرها، وهو مجال الأحلام أثناء النوم. وذلك لأن النوم يحقق للمتخيلة أمرين أساسيين هما: الانفراد بالذات بعد تعطل الحواس، والكف عن خدمة القوتين العاقلة والنزوعية. وتقوم المتخيلة في هذا المجال بفعلي التركيب والتفصيل، أي فصل المحسوسات

وإعادة تركيبها في صور خيالية جديدة، من دون اهتمام بموافقة التركيبات الخيالية الجديدة للمحسوسات أو مخالفتها إياها. مما يشير إلى أن الطابع التحكمي للمتخيلة لا يظهر إلا أثناء النوم، وإلا فإنها لا تستطيع أن تحكم على المحسوسات بالصدق والكذب(1).

نستخلص مما سبق أنه يمكن الكلام عند الفارابي عن أربعة أنواع من الخيال، وإن كنا لم نتطرق إليها جميعا: فهناك أولا خيال منفعل حافظ يقبل رسوم المحسوسات ويحفظها، ثم خيال بالفعل يقوم بعمليات الفصل والتركيب، ثم عن خيال فعال يختلق موضوعات أو إحساسات حسية، ثم خيال رمزي قدسي يقوم بقبول المعرفة الماورائية وتحويلها إلى رموز وأوامر ونواه. إن هذا التقسيم، والذي هو تطبيق للتقسيم الذي خضع له العقل، سنجده يترسخ عند ابن سينا.

2) عن اللحظة الفعالة - المنفعلة للخيال: ابن سينا

كانت استراتيجية ابن سينا بصدد الخيال، تقوم على تكثير وظائفه بناءً على المبدإ الذي يقضي بوضع وظيفة لكل فعل. هكذا يمكن أن نتكلم عن أربع قوى خيالية هي الخيال، أو القوة المصورة، التي كلفها ابن سينا بحفظ واستثبات صور المحسوسات؛ والقوة المتخيلة، أو المفكرة، التي تقوم بتفصيل عناصر الصور المحسوسة وإعادة تركيبها تركيباً جديداً؛ والوهم الذي يقوم بإدراك معاني الصور المحسوسة؛ ثم القوة الحافظة، أو الذاكرة، التي تقوم بحفظ معاني القوة الوهمية.

ومما يتميز به الخيال عند ابن سينا، أنه يقوم بخزن الصور دون إدراكها، لأن ما يقوم بدور الحفظ لا يمكن أن يقوم بدور الإدراك في نفس الوقت. وإلا كان الخيال مدركاً وخزاناً معاً، وهذا مستحيل. وهذا هو أحد الفروق بين القوة الخيالية والقوة الناطقة، ذلك "أن وجود الصورة المعقولة في النفس هو نفس إدراكها لها". كما يمكن أن نتكلم عن فرق آخر بين الخيال والعقل، وهو أن الأول لا يستطيع إدراك ذاته، بحكم الارتباط الوجودي والوظيفي للخيال بالجسم، بخلاف العقل.

(1) وهنا لابد من استحضار الانقلاب الذي أحدثه فرويد في النظر إلى طبيعة ووظيفة الأحلام. فقد صار الحكم عنده تحقيقا لرغبة واستكمالها، وليس مجرد فعل للتركيب والفصل، أي أن الحلم أضحى فعلا جديا، صار فعلا له معنى، فعلا يحقق رغبة لم تنجز في اليقظة، وليس مجرد لعبة معرفية لفصل الصور المخزونة من أجل تركيب صور جديدة لا دور لها ولا معنى لها في حياة الفرد.

أما عن فعلي تركيب وتفصيل عناصر الصور التي توجد في الخيال، واللذين تقوم بهما القوة المتخيلة، أو المفكرة فيتميّزان بتدخل الإرادة، بخلاف في فعلي التلقي والحفظ. مما يدل على أن هذه القوة تتميز بالحرية بخلاف الخيال أو المصورة. وتدخل المتخيلة في علاقة الاستفادة والإفادة مع جملة من القوى النفسية والبيولوجية. فهي تستفيد من خدمة القوتين النزوعية والخيالية، في مقابل خدمتها للقوة الوهمية وللنفس الناطقة العاملة، حيث تستفيد هذه الأخيرة من المتخيلة والمتوهمة لغاية استنباط التدابير واستنباط الصناعات الإنسانية.

1.2. قدرة الخيال على التشجيع والتمثيل : الأحلام، التخيلات المرضية والإنذارات الغيبية :

لقد قلنا بأن المصورة أو الخيال، قوة سلبية انفعالية معدَّة لخدمة غيرها، أن لخزن ما تأدى للحس المشترك من صور المحسوسات الخارجية، وتقديم هذه المعطيات لقوى أخرى كالمفكرة والعاقلة والنزوعية لاستعمالها في أفعالها الخاصة. غير أن ابن سينا يشير إلى قبول من نوع آخر ومن جهة أخرى، وهو قبول الصور الآتية من التخيل والفكر، أو من التشكلات السماوية. لكن الخيال لا يمكنه أن يَقْوَى على قبول تلك الصور إلا "عند سكون القوى العقلية أو غفول الوهم. . . واشتغال النفس النطقية عن مراعاة الخيال والوهم. . . ". وبعد تلقي المصورة لتلك الصور يقوم الحس المشترك بتحويلها إلى أمور محسوسة بالحواس الظاهرة" . . . فيسمع ويرى ألوانا وأصواتا ليس لها وجود من خارج ولا أسبابها من خارج".

ويستثمر ابن سينا فكرة وحدة قوى النفس الأرسطية، لتفسير تنامي قدرة الخيال أثناء النوم. ذلك أنه لما كانت كل القوى الحسية الباطنية لنفس واحدة، فإنه عندما يتوقف بعضها عن القيام بوظائفها أثناء النوم، تقوى القوى الخيالية، وهي وحدها التي تبقى فاعلة أثناء النوم. فتتفرغ لفعلها الخاص تقوى إما في اتجاه خلق الأحلام أو في اتجاه استحداث تخيلات مرضية، أو في اتجاه تلقي الصور الغيبية. وهذا ما يسميه بالقدرة على التشبيح والتمثيل من دون مراعاة مطابقة تمثلاتها وأشباحها مع المحسوس أو المعقول.

وعندما يتوقف العقل عن توظيف القوة الخيالية لصالحه، وتتوقف مراقبته لها، كما يحدث أثناء النوم، أو في الأمراض "يتقوى التخيل ويُقبل على المصورة

ويستعملها ويتقوى اجتماعهما معا. فتصير المصورة أظهر فعلاً فتلوح الصور التي في المصورة في الحاس المشترك فترى كأنها موجودة خارجا... ". هكذا يظهر لنا أن التحرر من خدمة غيرها ومن مراقبته يمكن المصورة (الخيال) والمتخيلة من أن تتحدا وبمعيتهما الحس المشترك، الذي يقوم بتحويل المتخيل أو المعقول إلى محسوس.

2.2. عن الرؤيا والنبوة الخاصة بالمتخيلة :

وضمن هذه الإشكالية، إشكالية اشتداد قوة الخيال ووحدته مع المتخيلة واستعادتها لفعلها الخاص بها وانفلات سيطرة العقل والحس عليها، يطرح ابن سينا تفسيره لظاهرة النبوة والعلم بالغيب والقدرة على تفسير الأحلام. فعندما تكون القوة المتخيلة عند بعض الناس "شديدة جداً غالبة حتى أنها لا تستولي عليها الحواس ولا تعصيها المصورة، وتكون النفس أيضا قوية لا يبطل التفاتها إلى العقل وما قبل العقل انصبابها إلى الحواس"، أي عندما تكون المتخيلة متحررة من الحواس ومتحكمة في المتصورة مع قوة في النفس تجعلها تقيم التوازن بين العقل والحواس. فإنها - أي المتخيلة - تمكن بعض الناس من أن تكون لهم في اليقظة ما يكون لغيرهم في المنام، حيث يستطيعون إدراك المغيبات، إما بحالها أو بأمثلة لها.

وقد "يتمثل لهم شبح ويتخيلون أن ما يدركونه خطاب من ذلك الشبح بألفاظ مسموعة تحفظ وتتلى، وهذه هي النبوة الخاصة بالقوة المتخيلة". وبهذا النحو تستطيع المتخيلة القوية جداً أن تتجه إلى فوق فتفيض عليها بعض الأفعال المنسوبة إلى الروح القدسية، بعد أن كانت تنظر فقط إلى أسفل، أي إلى خزائن الأمور الحسية.

3.2. الخيال : من القدرة على حفظ الواقع إلى القدرة على خلقه

لقد كان ابن سينا يعتبر التخيل، شأنه شأن الشهوة والغضب والخوف والغم والانفعال، قوى للنفس من جهة ما، هي ذات بدن، بخلاف الوظائف البيولوجية كالنوم واليقظة والصحة التي هي قوى للبدن، من جهة ما له نفس. إن هذه الصلة الصميمية بين الخيال والبدن، يجعل الصورة الخيالية قادرة على التأثير في البدن - بالرغم من أنها ليست من الانفعالات التي تكون للبدن من حيث هو بدن - فتوجب الاستحالة في المزاج كما توجب الحرارة والرطوبة في الجسم، "فالصورة الصحية

التي في نفس الطبيب مبدأ لما يحدث من البرء . . . " ، بل قد تكون المداواة بالصور الوهمية والخيالية " أبلغ مما يفعله الطبيب بآلات ووسائط " .

ويستخلص ابن سينا من مبدإ تأثير الصور في البدن الخاص بالنفس ، إمكان تأثير النفس في بدن آخر أو في عنصر آخر . لا سيما إذا كانت نفسا شريفة ، لكن بشرط أن يستحكم وجودها في النفس ويجري الاعتقاد بها . وقد يبدو لنا هذا الكلام غريبا إذا أخذناه في سياقه الخاص ، لأنه قد يبدو مخالفا لواجب العقل ، لكننا لو انتبهنا إلى ما يقوم به الخيال اليوم ، غير علوم التواصل والصورة ، من تزييف للحقائق والوقائع وفرضها على الناس عنوة بقوة التخييل لما رأينا فيها غرابة أبدا . فقدرة الصور الخيالية على التأثير على الإنسان ، وتحويل مجرى إرادته وتفكيره صارت من ثوابت ما بعد الحداثة في عوالم التواصل . فكثير من " حقائق " حرب الخليج و " وقائع " المواجهة اليومية الفلسطينية الإسرائيلية هي عبارة عن تخييلات وتوهيمات يتم تفصيلها وتركيبها لشل الفكر ، والإرادة البشرية بصفة عامة .

حاول ابن سينا إذن ، رصد لحظة تحرر التخيل من خدمة الحواس (الحفظ) والعقل والنفس النزوعية ، وربطه بالإرادة . وعندما يصبح فعل الخيال تابعا للإرادة يغدو قادرا على خلق صور جديدة ، وعوالم جديدة ، وعلى توجيه الشوق والنزوع . ومن ثم يصير التخيل قادراً على تحريك الإنسان نحو الأفعال والانفعالات أو صرفه عنها . ومعنى هذا أنه عندما يتحرر التخيل تنقلب طبيعته من طبيعة حافظة ومنفعلة إلى طبيعة فعالة وخلاقة ومؤثرة . فيصبح الواقع عندئذ انعكاساً للخيال وليس العكس . ومع ذلك ، أي بالرغم من أن ابن سينا كاد أن يقدم لنا نظرية للخيال الفعال عندما كان بصدد وصف فعله الخاص . فإنه لم يصل إلى الحد الذي يرضي به طموح المتأثرين به كالملا صدرا الشيرازي الذي سيحرر الخيال وسيعطيه صلاحيات تجعله قوة خلاقة على المستوى الميتافيزيقي .

4.2. المطالعة : الدور المعرفي للخيال

لكن ، إذا كان الخيال فعالا على مستوى الرؤى والإدراكات والأفعال الخارقة التي تبيح تواصلا بين المادة والنفس ، فإنه يبدو منفعلا على مستوى المعرفة النظرية عند ابن سينا ، لأنه لا يعمل سوى على توفير فرصة مطالعة العقل للصور الجزئية

المخزونة فيه، وإعداد النفس لقبول ما يفيض عليها من العقل الفعال من المعانــي المجــردة.

ومعنى ذلك، أن الصور الخيالية لا تنتقل هي نفسها من التخيل إلى العقل منا، أي لا تتحول هي نفسها إلى معقولات بالفعل، وإنما تلعب دور الوعاء الذي يقبل من العقل الفعال المعاني التي تجعلها معقولات. هكذا يكون ابن سينا قد حرم النفس العاقلة من القيام بدور تجريد الصور الخيالية، جراء حرمان هذه الأخيرة من حيازتها للمعقولية بالقوة، أي حرمان الإنسان منها، وحرمان الواقع نفسه من امتلاكه لمعقوليته الذاتية.

3) الخيال عند ابن باجة : لحظة التوسط الأنطولوجي والمعرفي

يقلص ابن باجة القوى الروحانية التي توجد بين الحواس والنفس الناطقة في ثلاث هي بالترتيب : الحس المشترك والخيال والذكر. أما مصطلح "القوة الفكرية" فقد انصرف عنده للدلالة على القوة الناطقة. في حين لا نعثر إلا على إشارات نادرة للقوة الوهمية، كالإشارتين اللتين وردتا في رسالة "تتمة القول في القوة الناطقة"، (مخ برلين، 169)، لكن دون أن يفصل القول فيها وأن يجعلها قوة مستقلة عن القوى الثلاث المذكورة. كما تجدر الإشارة إلى أنه ورد عرَضاً ذكر للمصورة التي نعتقد أنها اسم آخر للخيال تسرب للمصطلح الباجي من ابن سينا.

1.3. الغياب والكذب جوهر الخيال :

وتختلف القوى الروحانية الثلاث المذكورة، باختلاف إدراكاتها من الصور الروحانية، فالحس المشترك يدرك صنم الشيء، والخيال يدرك رسمه، والذكر يدرك معناه. غير أننا نلاحظ أن أبا بكر لم يكن يحترم تمييزه هذا بين أنواع الصور الروحانية الثلاث، حيث نجده أحيانا يجعل وظيفة القوة المتخيلة هي إدراك معاني المحسوس.

ونفهم من هذا أن ابن الصائغ، بخلاف ابن سينا، اعتبر إدراك الخيالات المرسومة في الحس المشترك، هي الوظيفة الأساسية للقوة المتخيلة. مما يعني أن الحس المشترك - الذي يقوم بدور قبول الصور الحسية وحفظها والاستمساك بها - صار هو مجال إدراك المتخيلة. أكثر من ذلك، إن هذه العلاقة الإدراكية تجعل من الحس

المشترك محرك القوة المتخيلة. وبحكم هذه العلاقة، تصبح المتخيلة تابعة في وجودها للحس المشترك، أي أن هذا الأخير هو الذي يخرجها إلى الفعل، فيكون كمال وجود ووظيفة المتخيلة بشيء أدنى منها.

إذن الخيال لا يدرك المحسوس بالذات، بل بالعرض فقط، لأن إدراكه هو "طلب الأجسام الغائبة عنا"، في مقابل الحواس التي تطلب ما كان موافقا للمدرك للإقبال عليه، وتهرب مما هو مخالف ومضرّ به. لكن بالرغم من هذا الغياب، فإن الإدراكات الخيالية تحتفظ بالقدرة على التحريك نحو الأفعال والصناعات والفضائل وبناء السير المختلفة.

لكن لا يتوقف فعل المتخيلة عند حدّ إدراك وقراءة ما ارتسم في مرآة الحس المشترك، بل إنها تتجاوز ذلك إلى تصور الشيء الواحد بأحوال مختلفة، أي تركيب وفصل الخيالات بعضها عن بعض، فتخلق صوراً جديدة بإرادتها. فما يوجد في الخيال ليس كله موجودا خارج النفس، بل قد يتخيل المتخيل أشياء قد وجدت ثم تلاشت، أو أشياء لم توجد البتة لا في الماضي ولا في الحاضر، أي أن بإمكان المتخيلة أن تركب خيالات لم يحس بها، فيكون بعضها صادقاً وبعضها كاذباً. وهذا ما يطرح مسألة الصدق والكذب في الخيالات، ذلك أن معظمها كاذب، وما كان منها صادقا يجب أن يكون مطابقا للمدركات الحسية. هكذا ينضاف الكذب إلى الغياب ليشكلا جوهر الممارسة الخيالية عند ابن باجة. بيد أن الكذب، أقصد مخالفة المحسوسات الموجودة في الخارج، هو الذي يضفي على المخيلة طابعها الخلاق، أو قل إن فضيلة الخيال هي أن يكون كاذبا، في مقابل الحس والعقل، اللذين يجب أن تكون فضيلتهما الصدق وإلاّ لم يستطيعا الوصول إلى كمالهما الأخير الذي هو المعرفة.

2.3. التوسط الخيالي بين الإنسان والعقل : فعل الخيال في العقل

يلح ابن باجة في أكثر من مناسبة على طبيعة التوسط بوصفها ميزة القوة المتخيلة، سواء بالقياس إلى قوتي الحس المشترك والتذكر، أو بالقياس إلى النفس الناطقة. فمن المسائل المرتبطة بالتوسط في معناه الأنطولوجي مسألة ما إذا كانت المتخيلة نفساً أو قوة روحانية أو بالأحرى قوة جسمية. فتارة نراه يصرح بأن "هذه

القوة قوة واسطة بين النفس وبين القوى التي ليست بأنفس " ، أي أنها قوة وسط بين الموجودات المادية والموجودات المفارقة للمادة، وهو نوع من الوجود الذي "فارق، غير أنه مأخوذ بالحال التي هو بها في هيولى" . ولكنه بعد ذلك بقليل من قوله السابق في كتاب النفس ينص صراحة " بأن القوة المتخيلة كمال لجسم طبيعي آلي، فهي إذا نفس " ، وليست فقط قوة من قواها، مما يطرح مسألة وحدة النفس.

وطبيعة التوسط الأنطولوجي للمتخيلة هي التي سمحت ببروز مسألة قبولها للعقل، التي حفظ لنا ابن رشد "إجابة" ابن باجة عليها. وإذا كان من الصعب العثور في أعمال ابن باجة، المعروفة لنا على الصياغة الواضحة التي وردت بها تلك الإجابة على لسان ابن رشد، فإننا مع ذلك نستطيع أن نقتفي آثارها هنا وهناك، فمثلا نقرأ له في "رسالة اتصال العقل بالإنسان" بأن الصور الروحانية الخيالية المتوسطة هي هيولى المعقولات، أي أن المتخيلة هي الموضوع القابل للعقل في الإنسان، أو هو النقطة الممكنة التي تسمح باتصال العقل بالإنسان، بحكم درجة الروحانية التي تتمتع بها القوة المذكورة. بيد أن قوله في إحدى الرسائل المنسوبة إليه يرجع بنا إلى منطقة اللبس، حيث يصرح بأن "الإنسان يوجد وليس فيه هذه القوة [الناطقة]، ثم يقبلها، فتكون فيه بعد أن لم تكن، فقبل أن يقبلها له قوة شأنها أن تقبلها ليست في الفرس" . فهذا التصريح يجعل فرضية قبول المتخيلة للعقل لاغية بحكم وجودها في الفرس، وإن كان بغير المعنى التي هي موجودة به في الإنسان. فيبقى أن القوة التي تقبل العقل هي القوة الناطقة، أو ما كان يسميها ابن باجة بالفكر، وليست القوة المتخيلة. لكن في هذه الفرضية يصبح العقل يقبل ذاته، وهذا ما يخالف مبادئ علم الطبيعة وما بعد الطبيعة.

أما التوسط الوظيفي أو المعرفي للخيال، فيتجلى في تردد منتجاته بين الخصوصية والعمومية. فإذا كان ابن باجة يدرج الخيالات ضمن قائمة الصور الخاصة، فإنه كان أحيانا يضفي عليها شيئاً من الكلية، حيث كان يعتبرها صوراً عامة بالعرض بالقياس إلى الصور العقلية التي صور عامة بالذات أو صور عامة بالقياس إلى الصور الروحانية العامة، وهي الصور العقلية، وصور عامة بالقياس إلى الصور الجسمية، وهي الصور الملتبسة بالأشياء المادية المشار إليها. وبلغة المحاكاة، عندما

يحاكي الخيال الشخص يقال بتقديم، وعندما يحاكى النوع يقال بتأخير، وفي هذه الحالة الأخيرة تكاد تكون المحسوسات نفسها عبارة عن خيالات، لأنها محاكيات للأنواع كما كان يرى أفلاطون. ويظهر هذا الفرق جلياً بين العقل والمخيلة إذا نظرنا الخيالات من زاوية الفعل المعرفي، فإدراك القوة العاقلة هو إدراك لماهيات الأشياء. بينما إدراك المتخيلة والحس هو إدراك للشيء، أو "للأشخاص فقط"، أو بالأحرى إدراك المعاني الشخصية للأشياء. وبالجملة فإن إدراك المتخيلة لصورها مرتبط بأحوالها المختلفة من زمان ومكان. بل إنها "تدرك جميع لواحقها الذاتية وغير الذاتية كشيء واحد"، فيكون إدراكها إدراكا مجملا ومن غير قدرة على الحكم، في مقابل العقل الذي ينفرد إدراكه بالتميز والتفصيل. إن كل هذا هو ما أملى عليه أن يقول بأن الخيال هو للإنسان بما هو حيوان. أما ما يميز الإنسان فهو الرأي أو الفكر "فإنه متى تحرك عن الخيال فقط كانت حركاته حيوانية... وأما الحركة الإنسانية فهي الحركة الكائنة عن الرأي صائبا كان أم خطأ". وخلاصة القول إن طبيعة التوسط تجعل من فعل المتخيلة وسيلة لا غاية في ذاته.

3.3. الخيال محرك أول للإنسان ؟

هذا عن دور المتخيلة في المعرفة، أما عن دورها في الحركة وما يتبعها من أفعال وصناعات وفضائل، فإنه اعتبرها أحد محركات الحيوان. غير أنها لا تستطيع أن تكون كذلك إلا بتنسيق مع النفس النزوعية، وأحيانا مع الفكر أو الرأي، وأحيانا مع العقل. لكن ما هو دور الخيال بالضبط : هل محرك أول أو ثان ؟

لقد أربكت هذه المسألة ابن باجة كثيراً، حيث نجده يتردد بين أربعة أنواع من المحركات الأول : الخيال، والخيال المركب مع النزوع، والخيال المركب مع الرأي. ثم العقل. وقد يتضافر الحس المشترك، والذكر مع الخيال في تحريك النفس النزوعية، وهذا ما يسميه ابن باجة بالإجماع. ويعكس هذا التردد، في الحقيقة، تعدد مستويات تحليله لعلاقة المتخيلة بالحركات والأفعال والانفعالات المختلفة في نوعها وغاياتها. فهناك الحركات التي يحركها شوق بيولوجي محض لإرضاء الحاجات الجسدية المختلفة، وهناك الحركات التي يكون وراءها شوق لإرضاء الحاجات الروحانية الخاصة بمراتبها المتنوعة، وهناك الحركات التي يحركها شوق لإرضاء الحاجات الروحانية العامة من فضائل وصناعات وعلوم، وهناك الحركات

التي يحركها شوق لإرضاء حاجة تحقيق السعادة العظمى، ولا يمكن أن يكون المحرك الأول واحداً لكل هذه المراتب من الشوق والنزوع.

وباختصار، يمكن أن نتكلم عن نوعين من التحريك : تحريك صادر عن قوى روحانية لها علاقة بالجسم، وهي النزوع والخيال، وتحريك صادر عن قوى مفارقة، وهي الفكر (أو الرأي) والعقل. وهذا هو ما يفسر كلام ابن باجة عن نوعين من النزوع ؛ فالنزوع أو الشوق النطقي يكون موضوعه العلوم والصنائع والفضائل الفكرية، والنزوع البهيمي يكون موضوعه المتخيل والمحسوس والفضائل الشكلية. لهذا فقد يختلف ويتقابل الشوقان الفكري والخيالي - النزوعي، ولكنهما قد يتضافران "فإذا تقدم الرأي تحركت الخيالية لتدرك ما أوجه الرأي، وأحضر الحس المشترك صنم ذلك الرأي، وحضر الاشتياق له وتحرك الجسد. فلذلك كلما احتاج فيه المحرك الأول الإنساني إلى آلة جسمانية احتاج فيه ضرورة إلى التخيل". هكذا نجد الخيال قد نزل إلى مرتبة الآلة الجسمانية.

وفي إطار علاقة المتخيلة بالحركة والتحريك تندرج مسألة صنع الأشياء، فبفضل المتخيلة تكون للحيوان أفعال وصنائع كثيرة كما هو الشأن بالنسبة للنمل والنحل، وبه تنشأ الفضائل والسير وأفعال الدول المختلفة. ذلك أنه بفضل إحضار الخيال الأشياء الغائبة على هيئة أصنام ورسوم يتمكن الصانع من صنع أدواته : "وعلى هذا النحو من التمييز تتميز المعاني الكلية عند الصناع وعند أكثر من ينظر في العلوم. فإن الصانع عندما يفكر كيف يصنع مصنوعا مّا، يحضر صنم ذلك المصنوع فيميزه ويتخيله ويدبر كيف يصنع، وكذلك الناظر في العلوم... يحضرها في القوة المتخيلة". كما يستعمل الإنسان المتخيلة وسيطاً لتصوير ما في العقل الإنساني لإبلاغه في الفهم والقول والمخاطبة.

4.3. فعل العقل في الخيال :

وليست المعقولات كلها محتاجة إلى أن تمر عبر الخيال أو الحس لكي تدركها القوة الناطقة. فهناك صنف من المعقولات لا يحتاج إلى هذه الوساطة الحسية والروحانية، أي غير محتاجة للمرور بالحس المشترك بأية صفة كانت لا بشخصها ولا باسمها ولا بما يدل عليها، وإنما يقذفها العقل مباشرة في القوة الناطقة، وهي

الأسباب القصوى للمخلوقات. وبالإضافة إلى هذه المعقولات يبسط العقل في الخيال معلومات عن حوادث جرت أو لم تجر بعد ولا حصلت في القوة المتخيلة عن حاسة. وهذا يعني أن معقولات الرؤى والكهانات مرتبطة بزمان المستقبل بخلاف المعقولات النظرية التي تمتاز بالأزلية. ومن ثم، لم يكن لإرادة واختيار الإنسان مدخل في المعقولات الرؤوية، طالما أنها لا تأتي بطول نظر وتعلم. بل من الله عن طريق ملائكته وتوسط العقل الإنساني. ولما كانت هذه الأحوال من الرؤيا والكهانة لا توجد إلا في النادر من الناس ومن الأزمنة، استحال عليها أن تترتب عنها صناعة أو تدبير إنساني. غير أن ابن باجة يدخل في باب خدمة العقل للمتخيلة أو فعله فيها إعطاؤه إياها معلومات استنبطها بإرادته من آراء خلقية وصناعية.

ونستخلص مما سبق، أن الصور الخيالية إذا أرادت أن تكون صادقة، وجب أن يكون مصدرها إما الحس أو العقل. وفي هذه الحالة الأخيرة تلعب النفس الناطقة دور الوسيط بين المتخيلة والعقل. ومن البيّن بنفسه، أن الصدق الأول صدق معرفي، بينما الثاني صدق رؤيوي. والواقع، أن أبا بكر بن الصائغ كان حريصا على تنويع مصادر المتخيلة من الصور الروحانية الخاصة/ العامة، حيث جعلها تستمد صورها من أربعة مصادر لكل منها صوره الخاصة وغاياته الذاتية : الحواس والطبيعة والفكر والعقل.

أما عن أهل الولاية من الصوفية، فابن باجة لا يعترف لإدراكاتهم بالطابع الروحاني المحض. هذه الإدراكات التي يلعب فيها إجماع القوى الروحانية الثلاث دوراً حاسما، وإنما يرى فيها مجرد صور خيالية قد تكذب وقد تصدق، أي ليست كالصور العقلية التي يكون "التصديق والتصور فيها باضطرار". لاسيما وأن الصوفية أنفسهم يزعمون بأن "إدراك السعادة القصوى قد يكون بلا تعلم، بل بالتفرغ. . . ". ولذلك فإن إدراكات الصوفية لصورهم إن كانت صادقة فهي كذلك بالعرض لا بالذات. ولعل هذا هو السبب في أنها حتى ". . . لو أُدركت لما كان منها مدينة، أو لبقي أشرف أجزاء الإنسان فضلا لا عمل له. وكان وجوده باطلا، وكان يبطل جميع التعاليم والعلوم الثلاثة التي هي الحكمة النظرية. . . بل والصنائع الظنونية كالنحو وما جانسه". ومن تحذيره العنيف هذا، يمكن أن نستخلص أن المتخيلة لا يمكن أن تكون مفيدة في الصنائع والعلوم والفضائل والسياسات، أي

مفيدة في بناء الحضارة والعمران، إلا إذا كانت متعاونة مع العقل وخاضعة لتوجيهه ورقابته.

أما فيما يخص مسألة الأحلام، فقد قدم لنا ابن باجة فكرتين جديدتين، أولاهما أن الإنسان يرى في النوم "معقولات" الأشياء، معقول السبع مثلا، مما يعني أن الكائنات التي تظهر في الأحلام تتصف بنوع من التجريد. وثانيهما أن الإنسان يحكم على هذه "المعقولات الحلمية"، فيحكم مثلا على صورة السبُع أنها سبُع. ولا ندري هل ننزل كلامه عن "المعقولات" في الأحلام منزلة زلة لسان، أو نعتبره موقفا مفكرا فيه بإمعان. لأنه إذا كانت القوة الروحانية الوحيدة التي تبقى متحركة في النوم هي المتخيلة، فمعنى ذلك أنها هي التي تدرك "المعقولات" في النوم وتحكم عليها، وهذا مخالف لطبيعة وظيفتها التي لا تدرك الكلي، اللهم إلا بعد تحويلها إلى خيالات عن طريق المحاكاة، وهذا ما لم يفصل القول فيه.

4) اللحظة الاتصالية للخيال : ابن رشد

نظر ابن رشد إلى كتاب النفس من خلال كتاب البرهان أي من خلال نظرية العلم، وبالتالي كانت تحليلاته للخيال تخضع لهذا المنظور في غالب الأحيان. ومن جملة النتائج التي تترتب عن تبني هذه النظرة اعتبار الحقيقة موجودة في الواقع وفي الصور المنعكسة عنه في الخيال. فالحقيقة العقلية موجودة في الصور الخيالية بالقوة، ولا يمكن أن تخرج إلى الفعل إلا عندما يقوم العقل بفعل تجريدها. ولم يعترف ابن رشد إلا بقوتين من قوى التخيل هما المتخيلة والمفكرة، حيث لم يجد أي مبرر للقول بوجود القوة الوهمية التي قال بها ابن سينا. وتقوم المتخيلة والمفكرة بأفعال الحفظ والإدراك والتركيب والتفصيل والتروي والتمييز والاستنباط، هذا عدا التصوير والتمثيل.

لم تعد المتخيلة عند ابن رشد مجرد أداة مُعينة على المعرفة العقلية ومعدّة لقبول فيضها من خارج، بل صارت عنصراً فعالاً في إعطَاء المعرفة مصداقيتها الواقعية، وفي تحديد الوضع الأنطولوجي للإنسان نفسه. هكذا صارت المخيلة أداة تقديم المعقولات بالقوة، وهي الصور الخيالية، إلى العقل ليمارس عليها أفعاله المختلفة لتصييرها معقولات بالفعل، كتحويل متخيل المكان أو الزمان أو الكم المتصل إلى مفاهيم مجردة قابلة لأعمال الاستدلال والاستنباط. ومعنى هذا أن الصور الخيالية

لا تختلف عن الصور المعقولة إلا بدرجة التجريد وما يتبعها من ضرورة ووحدة وثبات وخلود، وإلا فإن موضوعهما واحد.

وبما أن دور الخيال، هو استحضار صور المحسوسات أثناء غيابها عن الحس، فقد اعتبره ابن رشد المبدأ الذي يمثل الواقع في المعقولات والمفاهيم النظرية. وهذا معناه أن قوام الصدق الواقعي للحقيقة العلمية راجع إلى الخيال. فالخيالات هي مادة المعقولات النظرية، بينما تأتي صورة هذه المعقولات من العقل الفعال. ويلعب الخيال أيضا دور المحرك للعقل، لأن التصورات الخيالية هي التي تحركه للقيام بأفعال التجريد لتحويلها إلى معقولات نظرية.

ومن جهة أخرى، كان ابن رشد يرى بأن الخيال هو أداة الاختلاف، فهو الذي يمثل الجانب الإنساني والشخصي والزمني في المعرفة العقلية. فالمعرفة تختلف من شخص إلى آخر باختلاف تخيلاته، في مقابل العقل الذي هو أداة إنكار الذات وإلغائها لصالح المعرفة العامة. وهذا ما يجعلنا نفهم رد فعل الأزمنة المعاصرة ضد الحضارة الحديثة التي غلّبت العقل على ما عداه من وسائل الاتصال بالوجود زمنا طويلا، مما أضفى عليها طابعاً لا ذاتيا. إن العودة اليوم إلى الخيال هو تعبير عن شوق عارم للحرية، للاختلاف، للتجاوز، للخلق العشوائي، وحتى للنقد، الذي هو ميزة العقل الخاصة. إن السيولة الصورية للتخيل تسمح بكل هذا، ولكن "بحسب الواجب العقلي" كما يقول ابن سينا.

1.4. الدور الأنطولوجي للخيال :

وعندما تقوم المتخيلة بفعل تقديم المواد الضرورية للتعقل، فإنها تمكّن الإنسان في نفس الوقت من الاتصال بالعقل. فقبل التخيل لا يكون العقل متصلا بنا، أي أن العقل لا يتصل بنا تلقائيا، ولذلك لابد من فعل بشري، هو التخيل، من أجل أن نضمن هذا الاتصال ونحضّر له. وهذا هو معنى قول ابن رشد، بأننا كائنات موجودة بالخيال، ولكننا نصبح كائنات عاقلة بالعقل، فالوجود يكون لنا بالخيال أما الماهية فنحصل عليها بالعقل.

يلعب التخيل إذن، دور الوسيط بين الموجودات، التي تنقلها المحسوسات، والمعقولات التي يجردها العقل، ومن خلال هذا التوسط المعرفي يتم توسط آخر هو

التوسط الأنطولوجي بين الإنسان والعقل. وباختصار، إن الإنسان لا يصبح إنسانا إلا بالمعرفة العلمية التي تكفل له الاتصال بالعقل، هذه المعرفة التي هي غير ممكنة بدون الخيال. بعبارة أخرى، بحكم وجود الحقيقة في الواقع من جهة، وفي الإنسان، عن طريق التخيل، من جهة ثانية، أمكن للعقل أن يتصل به، إذ لولا النواة العقلية الموجودة في الخيالات لما أمكن حدوث الاتصال بين العقل والإنسان. الخيال إذن، يلعب دور الاتصال الذي بفضله يتمكن الإنسان من أن يكون إنسانا.

ولا يتوقف توسط الخيال عند حدود هذين المجالين، المعرفي والأنطولوجي، بل يتعداه إلى المجال العملي، ذلك أن ابن رشد يجاري الفارابي وابن سينا في القول بأنه لا يمكن أن ينهض الإنسان إلى فعل ما أو الاشتياق إلى ممارسته دون المرور بالصور الخيالية. بل إن الخيال هو أداة العمل بامتياز، لاسيما وأنه القوة التي تؤهل الجمهور - مع العقل العملي - لتأسيس الصناعات وتثبيت العمران وحفظ مبادئ الفضيلة والشريعة.

2.4. انزياحات الخيال :

وبالرغم من تقديره الكبير للخيال، فإننا نجد لدى ابن رشد موقفا متوجسا ومحتاطا منه. فبغض النظر عن ارتباط التخيل بالشهوات والنزوات والأعراض الهلوسية الإدراكية والانفعالية التي تنسب إلى اختلال في وظيفته، فإننا نجده زيادة على ذلك، يستعمل الخيال في معاني قدحية تتعارض مع كل ما ينسب إلى الحق والعلم والسداد في الرأي. بل وبالرغم من اعترافه بقدرة الخيال على تحصيل ما يسميه بالإدراكات الإلهية، كالأحلام والرؤى والنبوات، وبالرغم من شهادة الطبيب جالينوس بعثوره أحياناً على حلول لمشاكله الطبية في الأحلام، فإنه رفض أن تكون الأحلام والرؤى أساسا ذاتياً لقيام العلم النظري.

ويمكننا أن ندخل ضمن هذه النظرة المتدنية إلى الخيال، تصوره للجمهور، أو للجماهير بلغتنا المعاصرة، بوصفه غير قادر على تجاوز عتبة التخيل والعقل العملي. من هنا جاء إلحاحه على أن أنسب قول لمخاطبته، هو القول الشعري والخطابي، وإلا فإن مخاطبتهم بالقول الجدلي أو القول البرهاني سيؤول إلى تهديد وجود الفضائل والصنائع وما يتبعه من خراب للحضارة والعمران.

من ناحية أخرى، جرت عادة ابن رشد على استعمال عبارة " هذا قول شعري " أو هذا قول خيالي لتسفيه آراء خصومه من المتكلمين والفلاسفة بسبب اعتمادهم على التصوير والتمثيل الخيالي لعرض آرائهم واجتهاداتهم. ومن هذا الباب، يدخل انتقاده لكل من يعول على الخيال لتصور وصياغة المبادئ الميتافيزيقية كالزمان الأزلي واللانهاية وإدراك الذات. فقد اعتبر مفهوم الزمان الكلامي الذي يتجاوز ويسبق وجود العالم منتوجا خياليا، كما اعتبر القول بالعقل الكوني الذي يسكن في القمر، ويدير عالمنا من هناك من باب الاختلاق الخيالي. وهذا ما يجعلنا نفهم أن " الخيالي " عنده كان يعني غير القابل للبرهان انطلاقا من المبادئ المعروفة في زمنه وبخاصة تلك التي قال بها أرسطو.

3.4. الخيال يوجد في أصل مبادئ العلم والعمل :

ولكن هل حقا كانت منتوجات الخيال مدعاة لهذا الشك المنهجي فيها ؟ في الواقع لو تتبعنا أصل الكليات العقلية والمفاهيم النظرية، لوجدناها منتوجات خيالية في عمقها ؛ فمن جهة، سبق لابن رشد أن نبه بأن المفاهيم العقلية بدون الصور الخيالية مفاهيم جوفاء لا مصداقية ولا واقعية لها ؛ ومن جهة ثانية كان أبو الوليد يعتبر الكليات، من أجناس وأنواع، محاكيات للموجودات الواقعية، وقد مر بنا أن المحاكاة فعل من أفعال الخيال ؛ من جهة ثالثة، يقوم صدق المبادئ العملية – التي تخص الفضائل والصنائع والسياسات – على أساس التقليد الذي لا يبعد عن نطاق الخيال ؛ وأخيراً، وقياسا على ما سبق، فإن الصدق المنطقي هو الآخر قائم على أساس مبادئ لا تقبل البرهان. الأمر الذي يقتضي التسليم بها. والتسليم كما قلنا هو أمر غير بعيد عن مجال الخيال، فكأن الأساس البعيد للبرهان، ومن ثم أساس العقل، هو الخيال. إذن الأصل في كل شيء هو الخيال : في المعرفة وفي العمل وفي السياسة وفي الشريعة. سواء أكان هذا الخيال معرفة أو حلما أو رؤيا أو رمزا أو شريعة أو أدبا أو فناً. . .

إضافة إلى ذلك، إذا فحصنا مبدأ المطابقة، الذي تقوم عليه فكرة الحقيقة العلمية عند ابن رشد وعند غيره من الفلاسفة المسلمين، لوجدناه قائما على المطابقة مع واقع خيالي لا مع واقع خارج النفس، أي أن التطابق يكون مع صورة ركبتها أو أعادت تركيبها المخيلة أو المفكرة. فإذا سلمنا بهذه الملاحظات المتعلقة بالأصل

الخيالي للمبادئ العملية والعقلية فسنصل إلى أن المعرفة في جوهرها أقرب إلى عالم الإمكان منها إلى عالم الضرورة.

ونعتقد أننا بهذا التشخيص لعلاقة الخيال بالعقل، وقفنا على أحد الأسباب الذاتية لانتصار الخيال في صراعه مع العقل في الحضارة العربية الإسلامية، هذا الانتصار الذي تم ترسيمه نهائيا مع ابن عربي في المغرب الإسلامي والملاصدرا الشيرازي في المشرق الإسلامي، بالمناداة بالخيال الفعال ذي الثقل الأنطولوجي. وبصرف النظر عن النتائج والإنعكاسات التاريخية لهذا الانتصار، فإننا نرى مع ذلك أنه فتح آفاقاً معرفية جديدة، وتجربة وجودية ووجدانية جديدة، أثمرت أعمالا عملاقة مازالت تلهم كثيرا من المفكرين والأدباء والفنانين إلى يومنا هذا.

من هنا، سيكون علينا أن لا نفهم الصراع بين مفهومي العقل والخيال على أنه صراع بين نظامين معرفيين، أحدهما علمي واقعي، والآخر صوري وجداني صوفي، أو أنه صراع بين عقلانية ولاعقلانية، وما يتبعها من علمانية وأصولية. بل إننا نذهب إلى أن العقلانية توجد في كل إنتاج نظري، وأن التجربة التخييلية والوجدانية - الوجودية توجد في كل نظام علمي وفلسفي. إن الإشكال ليس قائما في معرفة أيهما نختار العقلانية أو اللاعقلانية، بل في الاختيار بين الإبداع والتقليد، بين الحرية والقمع، بين الاختلاف والمجانسة. فقد تكون العقلانية مطية للتقليد، كما قد تكون التخييلية مقفزاً للإبداع، والعكس صحيح. أي أن تكون العقلانية أداة للإبداع والمغامرة، والتخييلية معبراً مباشراً للشعوذة والتقليد. وبالفعل، لقد كانت العقلانية في جميع الأزمنة، وبخاصة في العصور الحديثة، رديفة المغامرة والإقدام: الإقدام على اجتراح مفاهيم جديدة، وعلوماً جديدة، وآفاقاً جديدة، ولغة جديدة، لكنها لم تكن لتفعل ذلك لولا استئناسها بالخيال. فالخيال، سيبقى دائما مصدراً للتصورات المخالفة الملهمة لا في ميدان التجربة الفنية والأدبية والصوفية والوجودية، بل وأيضا في مجال التجربة العلمية والنحت المفهومي والنظري. وهذا ما يفسر كثرة الدعوات في أيامنا هذه لمزيد من الخيال لحل مشاكلنا، بعد أن صار العقل في الغالب مطية للبيروقراطية، وللكسل الفكري، سواء على صعيد الأحزاب أو الدول أو الجماعات.

ابن رشد في مواجهة علماء المغرب للقرن 13م(*)

محمد أبلاغ
كلية الآداب – فاس

. . . وإذا كان هذا واجبا على أرسطو مع قلة ما كان عند من تقدمه من معرفة الحق وعظم ما أتى به من الحق بعدهم وانفرد به حتى أنه الذي كمل عنده الحق فكم أضعاف ما وجب عليه من الشكر يجب على من جاء بعده من شكره ومعرفة حقه. وشكره الخاص به إنما هو العناية بأقاويله وشرحها وإيضاحها لجميع الناس **فإن الشريعة الخاصة بالحكماء هي الفحص عن جميع الموجودات** إذ كان الخالق لا يعبد بعبادة أشرف من معرفة مصنوعاته التي تؤدي إلى معرفة ذاته سبحانه على الحقيقة الذي هو أشرف الأعمال عنده وأحظاها لديه **جعلنا الله وإياكم ممن استعمله بهذه العبادة التي هي أشرف العبادات واستخدمه بهذه الطاعة التي هي أجل الطاعات**. ابن رشد: "تفسير ما بعد الطبيعة".

مقدمـــــة :

لن يكون هذا العرض الذي أتقدم به هنا مندرجا ضمن العروض التي تحاول مساءلة العمل العلمي نفسه ودور الخيال في بلورة المفاهيم والنظريات والقوانين العلمية نفسها. أي العمل الذي يقوم به الرياضي أو الفيزيائي والذي يستنجد فيه بالمعرفة الخيالية لشق طرق بحث جديدة لإنجاز أعماله. بل سأركز أساسا على دراسة بعض الخصائص الفكرية للمرحلة الانتقالية التي تكون دائما موجودة بين مرحلة سابقة ومرحلة لاحقة في تاريخ العلوم.

(*) العنوان الذي اقترحته في البداية هو أرسطو في مواجهة علماء المغرب للقرن 13م غير أنني اقتنعت في الأخير بأن ابن رشد هو الذي لعب دورا حاسما في تاريخ الفكر الإنساني الحديث، فالثورة العلمية التي حدثت في أوربا في القرن 17م هي ثورة على قراءة ابن رشد لأرسطو، ورد الفعل الفكري الذي حدث في المغرب في القرن 13م هو رد فعل ضد ابن رشد.

وحتى أتمكن من التطرق مباشرة إلى موضوع عرضي هذا أقول : بأن المرحلة التي سأحاول دراسة بعض جوانبها هنا هي تلك التي تفصل بين ميلاد العلوم الحديثة في أوربا في القرن 17م وعلوم القرون الوسطى وهي التي نسميها بالنسبة لأوربا بعصر النهضة بينما لا نطلق عليها هنا في الدول الواقعة جنوب البحر المتوسط أي اسم لأنها للأسف وبكل بساطة لم تدرس بعد في شموليتها حتى نتعرف على الخصائص الفكرية التي سادت فيها[1].

لكن لماذا هذا الإهتمام بعصر النهضة الأوربي في عرض يتوخى الحديث عن مكانة ابن رشد بالنسبة للعلماء المغاربة في القرن 13م ؟

أولا أريد الانطلاق من فرضية للبحث تدعم ما سأذهب إليه في تحليلي هذا، وهي أن الإنسان كلما أبدع قانونا علميا فهو في نفس الوقت يضيف قيدا جديدا للعقل البشري يتطلب من هذا الأخير جهدا جهيدا للتخلص منه. وعندما تتحول هذه الأفكار إلى نسق متكامل يشغل جميع مجالات الاهتمام العلمي فإن ذلك يتطلب في بعض الأحيان قرونا من الجهد لاستشراف آفاق جديدة تقلب كل التصورات التي كانت سائدة وتستبدلها بأخرى جديدة وهكذا دواليك.

I. ابن رشد وعصر النهضة الأوربي :

كان على عصر النهضة الأوربي إذن أن يحطم النسق الفيزيائي الأرسطي الذي من مميزاته، التي يهمنا هنا إبرازها، هي وضعه لتصور يضع ترتيبا دقيقا للعالم كل مكوناته تحتل مكانا خاصا بها. أي بناء كوسمولوجيا تضع الأرض كمركز للكون تتبعها العناصر الأربعة ثم يتم الارتقاء إلى العالم السماوي وصولا إلى محرك الكون. وبذلك تصور أرسطو عالما متناهيا مغلقا كل الفيزياء والميتافيزيقا الأرسطية وضعت للدفاع عن هذا التصور المتماسك والصلب وأشدد على أنه كان صلبا ومتماسكا وذلك لأنه يوافق التجربة الحسية وما هو معطى للإنسان بالمعاينة الحسية الملموسة[2].

(1) هناك من يعتبر هذا العصر بعصر انحطاط الفكر العربي الإسلامي في مقابل نهضته في أوربا، . لكن الدارس لهذه المرحلة والمقارن لها بنفس المرحلة من تاريخ أوربا سيجد أن المنطقتين لم تكونا مختلفتين كثيرا من حيث المستوى العلمي. بل وبفعل ازدهار ترجمة الكتب إلى اللغتين اللاتينية والعبرية ستكون المنطقتان متشابهتان من حيث القضايا المناقشة وكذلك ستكون لهما نفس الاهتمامات.

(2) أنظر على سبيل المثال :

A. Koyré, "Galilée et Platon", dans : **Etudes d'histoires de la pensée scientifique**, Paris, Gallimard, 1973, pp. 166-195.

كيف كان هذا التحطيم ؟ عندما نسمع هذه الكلمة، أي كلمة النهضة الأوربية، يخيل لنا بأنها كانت نهضة علمية وأدبية وفكرية عقلانية فقط إلى درجة أن المتحدثين اليوم عن النهضة العربية يقرنون دائما بين النهضة والعقل[3].

لكن الغريب في الأمر أنه إذا نحن رجعنا إلى النهضة الأوربية فإننا سنلاحظ أن الأمر مختلف تماما. أي أنها مرحلة تاريخية بالنسبة لأوربا وجد فيها السحر والشعوذة والشعر واتجه الناس نحو الأدب وقصص الغرائب والعجائب والفن خصوصا الرسم والنحت. حيث يمكن إدراج هذه المعارف كلها ضمن المعارف الخيالية لأنها لا تخضع لقوانين علمية واضحة[4].

وإذا أضفنا إلى ذلك العودة للاهتمام بالفلسفة الأفلاطونية وكون الثورة العلمية للقرن 17م جاءت نتيجة لأسباب ليست علمية فقط بل كذلك دينية وفلسفية[5] نستطيع رسم الصورة العامة للفكر الأوربي الحديث الذي تآزرت فيه عوامل عدة لتحطيم التصور الكوسمولوجي الأرسطي المتناهي والمنغلق وتعويضه

---

(3) أنظر على سبيل المثال : محمد عابد الجابري، **تكوين العقل العربي**، دار الطليعة، بيروت، 1985.

(4) أنظر على سبيل المثال : كارل هينرش بيكر، **تراث الأوائل في الشرق والغرب، في التراث اليوناني في الحضارة الإسلامية**، ترجمة عبد الرحمن بدوي، وكالة المطبوعات - الكويت، دار القلم - بيروت، 1980، الطبعة الرابعة، ص 3-33.

(5) سبق لألكسندر كويري في كتاباته عن تاريخ العلوم الحديثة أن دافع عن أطروحة تقول بأن العلوم الحديثة هي انتصار لأفلاطون على أرسطو، حيث لاقت هذه الأطروحة خصوصا في فرنسا ترحيبا كبيرا قبل أن تتعرض للنقد من قبل المؤرخين المعاصرين للعلوم. وأريد التنبيه على أنني لا أتبنى هذه الأطروحة لسبب جوهري وهو أن هذا القول يتناسى الدور الذي قام به العرب من القرن 8م إلى القرن 14م في تاريخ العلوم. وقد سبق لي أن بينت أن العودة لأفلاطون هي عودة لأفلاطون كما قرأ تاريخيا من قبل العرب الذين حطموا الحاجز الذي بناه أفلاطون بين العالم المفارق والعالم المحسوس.
أنظر :

محمد أبلاغ : **رفع الحجاب عن وجوه أعمال الحساب لابن البنا المراكشي** (ت. 721هـ/1321م) تقديم ودراسة وتحقيق، منشورات كلية الآداب والعلوم الإنسانية رقم 5 ظهر المهراز - فاس، 1994، ص 7-16.

غير أن الانتقادات الموجهة لكويري اليوم لا يجب أن تنسينا بأن الثورة العلمية للقرن 17م لم تكن أسبابها تكنولوجية محضة، أي قائمة على التجربة، بل كانت لها فعلا أسباب نظرية عميقة دينية وفلسفية وعلمية. لكن لفهم هذه الأسباب من اللازم على الدارس المعاصر أن يفهم هموم ومشاغل ومعتقدات أولئك المفكرين الذين قاموا بهذه الثورة وإلى ماذا كانوا يطمحون تحقيقه. وذلك باحترام المسافة الزمنية الفاصلة بيننا وبينهم.

بكون مفتوح ولامتناهي الذي يعتبر الإنجاز الحاسم للثورة العلمية الحديثة في تاريخ البشرية وذلك بإجماع المؤرخين(6).

سأحاول في هذا العرض أن أجيب عن سؤالين مترابطين :

الأول يتعلق بالدور العلمي الذي لعبه الغرب الإسلامي في التمهيد لقيام هذه الثورة العلمية الحديثة، بحيث لن أقف عند ترجمة الكتب العلمية والفلسفية إلى اللغتين العبرية واللاتينية، بل أساسا عند الدور العلمي نفسه. وهنا سأتحدث بطبيعة الحال عن ابن رشد.

والثاني مصير أرسطو في الغرب الإسلامي وهو المآل الذي حسب ظني لم يتم الالتفات إليه بالبحث والتقصي من قبل مؤرخي الفلسفة ومؤرخي العلوم في الغرب الإسلامي.

لماذا قلت الدور العلمي لابن رشد في قيام الثورة العلمية الحديثة ولم أقل الدور الفلسفي ؟

لأنه حسب رأي الدور الفلسفي تم إبرازه والذي يهم أساسا نظريته حول العقل ويكفي أن أشير هنا إلى العمل القيم الذي قام به الأستاذ محمد المصباحي عن نظرية العقل عند ابن رشد(7) لذلك أكتفي بالقول هنا بأن الفلسفة الحديثة تعتبر بمثابة رد فعل ضد قول ابن رشد بوحدة العقل الإنساني.

أما إسقاط التصور المعاصر للعلوم على مراحل سابقة من تاريخ العلوم فهو بالضرورة سيحجب عنا الأسباب الحقيقية لهذه الثورة. وما يشجع على دراسة العلاقة بين العلماء المغاربة وما آلت إليه الأمور في أوربا هو أن هؤلاء العلماء كانوا يعيشون في نفس المناخ الفكري والدراسة المقارنة يمكنها أن تثبت أنهم كانوا يحاولون الإجابة على نفس الأسئلة. وهو ما سيتضح من خلال هذا التحليل. كما أننا تناولناه من زاوية أخرى للنظر وهي الزاوية الرياضية في مقالنا :

"هل يمكن الحديث عن التفسير في العلم عند الرياضيين المغاربة للقرن الرابع عشر الميلادي ؟" في : **التفسير والتأويل في العلم**، منشورات كلية الآداب والعلوم الإنسانية، الرباط، سلسلة : ندوات ومناظرات، رقم 62، 1997، ص 65-84.

(6) أنظر على سبيل المثال، Toby E. Huff الذي يقول :

"The Arabs were perched on the forward edge of one of the greatest intellectual revolutions ever made, but they declined to make the grand transition "from the closed world to the infinite universe" to use Koyré's famous phrase. Having failed to make this great transition during the early modern period, Islamic countries of the world today still cling to calendars based on lunar cycles", **"The rise of early modern science"** 1993, Cambridge university press, p. 60.

(7) محمد المصباحي، **إشكالية العقل عند ابن رشد**، المركز الثقافي العربي، بيروت - الدار البيضاء، 1988.

لكن ما هو الدور العلمي لابن رشد ؟

أعتقد أن دور ابن رشد في هذا المجال يتجلى في أنه اعتبر أن العلم الحقيقي هو العلمي الأرسطي دون غيره. ففي نظر ابن رشد يعتبر العلم الطبيعي بمباحثه الثمانية وكذلك علم ما بعد الطبيعة الأرسطي بمثابة خلاصة نهائية لكل العلم الإنساني(8).

ماذا سيترتب عن هذا الأمر ؟

سيترتب عنه أولا اعتبار ابن رشد بأن الحكمة الإنسانية قد وصلت مع أرسطو إلى خطها النهائي الذي لا يمكنها أن تتعداه، وما لا يجب أن يغرب عن بالنا كذلك هو إيمان ابن رشد العميق بكون الدين الإسلامي هو آخر الأديان السماوية، حيث إن اكتمال الدين هو الذي يدعم إمكانية القول باكتمال الفلسفة(9). مما يستدعي النظر في العلم الطبيعي وعلم ما بعد الطبيعة كعلوم دقيقة كما ينظر في العلوم الرياضية.

وهكذا يقول في بداية الصياغة الأولى من كتاب السماع الطبيعي :

" قصدنا في هذا القول أن نعمد إلى كتب أرسطو فنجرد منها الأقاويل الضرورية في حصول الكمال الإنساني (. . .) ونحذف الآراء والأقوال التي تعد شكوكا على أقاويله، إذ معرفة ذلك غير ضرورية في حصول الكمال المقصود بالإنسان (. . .) لأن الحكمة في زمانه كانت لم تتم، وكان فيها آراء لأقوام مشهورين يظن بهم بالحكمة. وأما اليوم والحكمة قد

(8) لفهم هذا القول يجب أن لا يغرب عن بالنا ولو للحظة أن الغاية من العلم عند ابن رشد وكذلك فلاسفة القرون الوسطى وحتى العصر الحديث هو أن يحقق الإنسان كماله الإنساني. أي أن الإنسان لا يحقق إنسانيته الكاملة إلا إذا استوعب حقيقة الكون الذي يعيش فيه، وهو ما لا يتأتى إلا بدراسة العلوم النظرية من منطق وتعاليم، واستيعاب العلمين الباحثين في الوجود الحسي والمفارق أي العلم الطبيعي وعلم ما بعد الطبيعة.

(9) يقول ابن رشد عن أرسطو وأفلاطون : "منتهى ما وقفت عليه العقول الإنسانية موجود عندما جاء به هذين الفيلسوفين". **تهافت التهافت**، نشرة محمد عابد الجابري، مركز دراسات الوحدة العربية، بيروت، 1998، ص 253 وانظر كذلك : ابن رشد، **الضروري في السياسة مختصر كتاب السياسة لأفلاطون**، نقله عن العبرية إلى العربية الدكتور أحمد شحلان، منشورات مركز دراسات الوحدة العربية، بيروت : 1998، ص 139 التي يتحدث فيها عن الشروط الضرورية لتحقق المدينة الفاضلة، حيث يقول : الجواب هو أنه يمكن أن نربي أناسا بهذه الصفات الطبيعية التي وصفناهم بها، ومع ذلك ينشأون وقد اختاروا الناموس العام المشترك الذي لا مناص لأمة من هذه الأمم من اختياره وتكون مع ذلك شريعتهم الخاصة بهم غير مخالفة للشرائع الإنسانية، وتكون الفلسفة قد بلغت على عهدتهم غايتها. وذلك كما هو الحال في زماننا هذا وفي ملتنا هذه. فإذا ما اتفق لمثل هؤلاء أن يكونوا أصحاب حكومة، وذلك في زمن لا ينقطع، صار ممكنا أن توجد هذه المدينة".

كملت، وليس في زماننا أقوام يظن بهم الحكمة (. . .) فينبغي أن يكون النظر في هذه العلوم على جهة ما ينظر في التعاليم» [10].

وهكذا سيكون هدفه في كتاباته إما التهييء أو التأسيس لهذا الأمر، وهو ما دفع الباحث المرحوم جمال الدين العلوي إلى القول في أحد آخر أبحاثه بأن ابن رشد أسس علما جديدا هو علم ما بعد الطبيعة له موضوعه الخاص وقوانينه الخاصة[11]. الفلسفة علم كلي وما ارتحت له كثيرا وأنا بصدد إعداد هذه الدراسة هو أنني قرأت مقالا في العدد الأول من مدارات فلسفية التي تصدرها الجمعية الفلسفية المغربية يشير فيه صاحبه إلى تمسك هوسرل كفيلسوف معاصر بهذا التعريف للفلسفة[12].

إذن القول باكتمال الحكمة الإنسانية والعلم الإنساني سيجعل النهضة الأوربية تنصرف إلى تحطيم النسق الأرسطي كما وضعه ابن رشد وهو ما اتخذ ملامح متعددة كما أبرزناها قبل، قبل أن تنجز الثورة العلمية للقرن 17م. وهنا أريد أن أشير أنني أفهم من الخيال الحدس بالحقيقة دون امتلاك الأدوات العلمية لتحقيقها وهو ما لا يأتي إلا لاحقا.

لن أحلل هذا الأمر بالنسبة للنهضة الأوربية بل سألتفت إلى الكيفية التي تمت بها الأمور في المغرب بعد وفاة ابن رشد.

---

(10) ينبغي التذكير هنا أن هذه الصياغة ينقلها لنا مخطوط القاهرة كما نجد ذلك في: جمال الدين العلوي، **المتن الرشدي**، دار توبقال للنشر، الدار البيضاء، 1986، ص 161-162، وهي مغايرة للصياغة الثانية من نفس الكتاب وهي الصياغة التي قام بها ابن رشد في مرحلة لاحقة من حياته، وهذه الصياغة الثانية هي التي ينقلها لنا مخطوط مدريد وطبعة حيدر أباد لسنة 1947، وهي التي اعتمد عليها ناشران لإعادة نشر هذه الجوامع تحت عنوان خاطئ هو: **رسالة السماع الطبيعي**، دار الفكر اللبناني، لبنان، 1994.

(11) وهي الأطروحة التي دافع عنها في أحد آخر أبحاثه غير المنشورة، أنظر على سبيل المثال:

محمد أبلاغ، «جمال الدين العلوي وآفاق البحث في فلسفة ابن رشد»، في **دراسات فلسفية وسوسيولوجية مهداة لجمال الدين العلوي**، منشورات كلية الآداب والعلوم الإنسانية عدد خاص رقم 14، ظهر المهراز، فاس، 1999، ص 21-57.

(12) إسماعيل المصدق، «هوسرل وأزمة الثقافة الأوروبية»، **مدارات فلسفية** (مجلة الجمعية الفلسفية المغربية)، العدد الأول، 1998، ص 12. غير أن ما يعاب على صاحب المقال، أنه لم يبد ولو ملاحظة بسيطة على حصر هوسرل للفلسفة في اليونان وأوربا الحديثة وكأنها ثقافة أوربية محضة. وهكذا يمر من اليونان إلى جاليلي إلى أوربا المعاصرة وكأن العلم والفلسفة وليدا الثقافة الأوربية وحدها.

وإذا كانت عدة عوامل قد حجبت عن فلاسفة كهوسرل كونية الفلسفة بفعل قيادة أوربا للعالم في العصر الحديث، فعلى دارسينا العرب ألا يتقمصوا شخصية هؤلاء الفلاسفة ويسقطوا في نفس ما سقطوا فيه من تشويه لتاريخ الفلسفة.

II. أرسطو في المغرب بعد وفاة ابن رشد.

في نظري الأمور متشابهة كثيرا إذا تناولناها من المنظور المقترح من قبل هذه الندوة. حيث يقول ابن رشد باكتمال الحكمة في عصره، وحتى الأمور التي تركها معلقة بدافع ضيق الوقت كما يقول هي أمور لا تتطلب إبداعا جديدا بل قولا جديدا لكي تنسجم مع الأصول الأرسطية، وأشير هنا على الخصوص إلى الوعد الذي قطعه على نفسه غير ما مرة بوضع هيئة أخرى جديدة - قديمة توافق الأصول الطبيعية للمعلم الأول(13). سنجد أنه لم تكن هناك إمكانية لقيام مدارس رشدية لكونه من جهة أغلق أفق الفلسفة التي في غياب معطيات علمية جديدة وشروط جديدة على جميع المستويات ما كان لها سوى أن تجعل من تلامذة ابن رشد شراحا لمعلمهم دون إضافة الجديد(14).

ومن جهة ثانية لم يكن ضروريا في المغرب قيام مدارس رشدية، لأن فلسفته كانت مفهومة للتكوين الفلسفي الذي كان موجودا وكذلك لأنها مؤلفة بلغة يفهمها الجميع. عكس أوربا التي كان فيها قيام هذه المدارس أمرا ضروريا وذلك لغياب التكوين الفلسفي(15) وكذلك لضرورة نقل فلسفته إلى اللغة اللاتينية وشرحها بهذه اللغة(16).

---

(13) "المتن الرشدي"، **المرجع السابق**، ص 211.

(14) أنظر بشكل خاص، محمد بن شريفة، **ابن رشد الحفيد سيرة وثائقية** مطبعة دار النجاح الجديدة، 1999، ص 232-244، حيث من بين تلامذته نجد القلة القليلة هي التي كتبت في الفلسفة، فإذا غضضنا الطرف على بعض الكتابات الطبية التي كتبت بإيعاز من ابن رشد نفسه، نجد أنفسنا أمام نصين فلسفيين فقط وهما: "هل يتصل بالعقل الهيولاني العقل الفعال" التي كتبها ولد ابن رشد أبو محمد عبد الله وهو نص موجود، أما الثاني فهو: "رسالة في البرهان على أن الهيولى لا تحدث ولا تفنى" لأبي جعفر أحمد بن سابق القرطبي وهو مفقود.

(15) A. Koyré, "Etudes d'histoire de la pensée scientifique", **op. cit.**, p. 26

حيث يقول: "إن العرب كانوا **أساتذة ومربيين** للغرب اللاتيني، ولقد شددت على أنهم كانوا أساتذة ومربيين وليس فقط، كما هو مقول كثيرا مجرد وسطاء بين العالمين الإغريقي والروماني. لأن ليس السبب في كون الترجمات اللاتينية الأولى للكتب الفلسفية والعلمية الإغريقية لم تتم مباشرة من الإغريقية بل عن طريق العربية، عدم وجود شخص في الغرب لا يعرف الإغريقية بل أساسا عدم وجود شخص قادر على فهم كتب عويصة كالسماع الطبيعي أو ما بعد الطبيعة لأرسطو أو المجسطي لبطليموس، وأنه بدون مساعدة الفارابي وابن سينا وابن رشد ما كان ذلك ممكنا. لأنه لفهم أرسطو أو أفلاطون لم يكن كافيا معرفة الإغريقية وهذا خطأ شائع في الدراسات الفيلولوجية الكلاسيكية، بل يجب معرفة الفلسفة. لكن اللاتينيين لم يكونوا يعرفون منها شيئا يذكر".

(16) الجدير بالذكر أن قيام مدارس يكون في الغالب مرتبطا بحاجيات النقل من لغة إلى أخرى ففي أوج ازدهار الترجمة من اليونانية والسريانية إلى العربية كانت هناك دور للحكمة في بغداد على رأسها بيت الحكمة المشهور للمأمون العباسي. لأن الترجمة تكون محتاجة لتضافر جهود اللغويين والفلاسفة والعلماء والمترجمين وغيرهم.

من انعكاسات هذه الأمور مجتمعة وغيرها مما لم نذكره هنا، أن ابن رشد لم ينل حقه من التحليل والإستيعاب الكامل في البيئة التي ولد بها، بل ستنصب المحاولات كلها منذ البداية وبدون فهم الأبعاد العميقة لفلسفته على محاولة الخروج من النسق الفكري الذي وضعه.

عندما نتحدث عن تحول فكري حدث على مستوى مرحلة ما من مراحل تاريخ الإنسانية نجد أن هذا التحول حدث أساسا في المجال الفلسفي والعلمي، وليس في المجال الأدبي. فالذي غير صورتنا عن العالم الذي نعيش فيه ونقلنا من عالم العصور الوسطى إلى العالم الحديث هو التصور الجديد الذي وضعه علماء القرن 17م، كما أن نظرية النسبية هي التي أحدثت تحولا جديدا في الفكر الإنساني الحالي وتصورنا عن العالم الذي نعيش فيه.

إن التذكير بهذا الأمر هو للتخلص من الفكرة الشائعة التي تقول بأن الفلسفة ماتت في المغرب بوفاة ابن رشد، وكذلك للرد على من يقول بأن علماء القرن 13م و14م هم تلامذة لابن رشد.

فهل حدث تحول في الفكر المغربي بعد وفاة ابن رشد أم لا ؟

إن ما حدث في المغرب هو بمثابة تحول فكري عنيف ضده، تحول لم يكتب له أن يصبح ثورة فكرية لتوقف النشاط الفكري وتحجره فيما بعد.

تعتبر هزيمة العقاب سنة 1212م إحدى المحطات الرئيسية في تاريخ الصراع بين الإسلام والمسيحية في هذه المنطقة من العالم، ولا نعرف بعد هل كان لها دور ما في التخلي عن المشروع الفكري لابن رشد الرامي لدمج الفلسفة في الفكر الإسلامي نفسه، إذ من الممكن أن تعتبر هذه الهزيمة بمثابة عقاب من الله على التخلي عن "الإسلام الخالص" واعتناق الفلسفة، كما أن العلاقة بين ابن رشد والحكم الموحدي، والتي كانت وطيدة، ستجعل ربما من بداية الاحتضار الطويل للدولة الموحدية احتضارا كذلك للفكر الرشدي ؟؟[17].

---

(17) ربما كان هناك رد فعل ضد ابن رشد منذ وفاته ووفاة أبي يعقوب المنصور سنة 595هـ/1198م وتولي الناصر (ت 610هـ/1213م)، حيث يقول جمال الدين العلوي أن هذه الفترة عرفت تغييبا لاسمه بشكل يدعو إلى الاستغراب، ويعتبر أن من بين أسباب إسقاط اسم ابن

وفي غياب معلومات تاريخية دقيقة سنكتفي بما نتوفر عليه من معطيات لرصد هذا التحول الفكري.

من السمات الأساسية للفكر المغربي بعد وفاة ابن رشد هو الرجوع إلى الأخذ بالمذهب المالكي في الفقه وكذلك تنامي الحركات الصوفية والاهتمام بالعلوم السحرية. والواقع أن الاكتفاء بإيراد هذه السمات التي بدأت تطبع المغرب ابتداء من القرن 13م دون تحليل أبعادها ستجعلنا نسقط في الأحكام التي تقول بانحطاط الفكر الإسلامي ابتداء من هذا القرن وهو ما لا يستجيب للمعطيات الموضوعية التي سنذكرها فيما يلي:

لا يمكن مقارنة ابن رشد بأي مفكر جاء بعده سوى ابن البنا المراكشي، وسأبرز أسباب ذلك فيما يلي:

إن ابن رشد كان له نسق فكري متكامل وكان مشروعه الفكري تحكمه وحدة كشف عنها جمال الدين العلوي في كتابه **المتن الرشدي**، كما أن المجالات التي اختار البحث فيها كانت اختيارا واعيا من قبله بينما جل المفكرين الذين انتقدوا ابن رشد فيما بعد لم يكتبوا في مجالات متعددة مثله بل أغلبهم كان متصوفا كابن عربي وابن سبعين وهي مسألة نتمنى الرجوع إليها في بحث لاحق.

وهكذا سيكون ابن البنا (ت. 1321م) أول مفكر جاء بعد ابن رشد يمكن القول بأن له نسقا فكريا متكاملا كفيلسوف قرطبة. وأقصد بالضبط أنه كتب في مجالات

رشد من نسخة **مختصر المستصفى** المعروفة اليوم هو هذا التغييب ذلك أنها نسخت سنة 606هـ/1209م.

أنظر: جمال الدين العلوي، **الضروري في أصول الفقه أو مختصر المستصفى**، بيروت، دار الغرب الإسلامي، 1994، ص 19.

والجدير بالذكر أن هذه الحملة ضد الفلسفة ولكن كذلك ضد المهدوية سيتزايد إلى أن يصل إلى ذروته مع المأمون الموحدي (ت 629هـ/1231م) الذي أمر بالتخلي النهائي عن القول بعصمة المهدي، وسائر الأفكار التي قامت عليها الدولة الموحدية، أنظر:

الناصري: **كتاب الاستقصا لأخبار دول المغرب الأقصى**، دار الكتاب، الدار البيضاء، 1954، الجزء الثاني، ص 240، وقام المأمون كذلك بمحاربة الفلسفة وذلك بقتله للفيلسوف الأندلسي ابن حبيب. أنظر: محمد المنوني، **العلوم والآداب والفنون على عهد الموحدين**، الرباط، الطبعة الثانية، 1977، ص 102.

متعددة إلا أن اختياره لهذه المجالات لم يكن وليد الصدفة بل استجابة لمشروع فكري متكامل كابن رشد تماما. غير أن ما يثير الانتباه هو أنه لم يتتبع خطوات ابن رشد بل عاكسه على طول الخط، حيث إن العلوم التي لعبت دورا ثانويا في النسق الفكري لابن رشد هي التي ستكون لها المنزلة الرفيعة وجوديا ومعرفيا عند ابن البنا، وسنلاحظ ذلك من خلال الأمثلة التالية :

أولا على مستوى العلوم التي ستكون لها الأفضلية حيث بذل الاهتمام بالمنطق والعلم الطبيعي وما بعد الطبيعة سينصب اهتمامه أساسا على الرياضيات[18]. وبذل الاهتمام بالكوسمولوجيا سيركز ابن البنا على علم الفلك وعلم التنجيم. وفي حين كتب ابن رشد في مجال علم أصول الفقه سينصب اهتمام ابن البنا على علم الفرائض أي قسمة المواريث[19].

وحتى نعرف الفرق الشاسع بين الرجلين سنقف عند الغرض من المعرفة الإنسانية عند كليهما وذلك من خلال ما صرحا به في أعمالهما.

بيّن جمال الدين العلوي في كتابه المتن الرشدي أن ابن رشد لم يكن أرسطيا منذ البداية، حيث إن في أول أمره كان أرسطو بالنسبة إليه علما ضمن أعلام آخرين عمل على اختصار أعمالهم ضمن مشروع فكري محدد وهو "انقاذ ما هو ضروري في المعرفة العلمية للكمال الإنساني"[20].

ويضيف جمال الدين العلوي بأن :

"وراء هذا المشروع الطريف لابن رشد قراءة مزدوجة اتخذت مسارين مختلفين وانتهت إلى قناعة واحدة. ذلك أنها من جهة قراءة للشروط

---

(18) عكس فلاسفة آخرين كالكندي وابن سينا وابن باجة فلم يترك لنا ابن رشد مؤلفات في الرياضيات رغم تكوينه الرياضي الذي يظهر من خلال مؤلفاته، النص الوحيد المذكور في ببليوغرافيته هو كتاب **"ما يحتاج إليه من كتاب أوقليدس في المجسطي"** الذي يقول عنه جمال الدين العلوي أنه مفقود في أصله العربي، إلا أنه يضيف بأن دوسلان (De Slane) في فهرسته لمخطوطات المكتبة الوطنية بباريس يذكر مخطوطا رقم 2458 منسوبا للشيخ أبي الوليد موضوعه شبيه مما يوحي به عنوان النص. "المتن الرشدي"، **المرجع السابق**، ص 16.

(19) أنظر لائحة بأعمال ابن رشد في المتن الرشدي، **المرجع السابق**، ص 11-45، أما أعمال ابن البنا فيمكن الرجوع ل : **حياة ومؤلفات ابن البنا** (مع نصوص غير منشورة)، منشورات كلية الآداب والعلوم الإنسانية بالرباط، 2000.

(20) **"المتن الرشدي"**، **المرجع السابق**، ص 5.

التاريخية الراهنة للمعرفة العلمية في المجتمع الأندلسي، وقراءة من جهة ثانية لتاريخ الفلسفة دون أن تكون هذه القراءة منحصرة فيما عرفه تاريخ الإسلام من مذاهب فلسفية، بل ربما كانت عنايتها متجهة إلى الفلسفة القديمة باعتبارها الأصل الأول لكل فلسفة ممكنة. ومن البديهي أن القراءتين متداخلتين غير منفصلتين، بمعنى أن إحداهما تؤدي بالضرورة إلى الأخرى لتنتهيا معا إلى الإعلان عن حكم يبدو غريبا هو نفي كل إمكانية لقيام إبداع فلسفي في هذا العصر" [21].

ويظهر هذا جليا في الكتابات الأولى لفيلسوف قرطبة، حيث إن مختصره في المنطق يظهر فيه تأثير الفارابي الواضح، كما أن مختصره في النفس يذهب فيه مذهب الإسكندر وابن باجة، بل يذهب جمال الدين العلوي إلى القول في مقدمة مختصر المستصفى بأن ابن رشد ربما بدأ أصوليا قبل أن يصبح فيلسوفا[22]. وعند إنجازه للصياغة الأولى للجوامع الطبيعية لم يكن ابن رشد أرسطيا بمعنى الكلمة، وسيتحول مشروعه من مشروع لإنقاذ الضروري من المعرفة العلمية إلى مشروع يهدف إنقاذ الفلسفة نفسها، ولكن ليس أية فلسفة بل الفلسفة الحق وهي التي يمثلها أرسطو وهكذا أعاد ابن رشد النظر في جوامعه الطبيعية وجعلها تتلائم مع مشروعه الجديد الذي تعتبر التلاخيص[23] على أعمال أرسطو في المنطق والعلم الطبيعي وما بعد الطبيعة والأخلاق الإعلان الأول عنه الذي انتهى في الأخير إلى إخراج الفلسفة إخراجا علميا برهانيا وهو ما تجسده الشروح الكبرى التي أنجزها كتتويج نهائي لمشروعه الفلسفي. لذلك فتحقيق الكمال الإنساني يتحقق بالعلم الطبيعي الذي لخص أجزاءه في الفقرة التالية من كتاب الآثار العلوية التي يقول فيها أن أرسطو :

" ابتدأ أولا في هذا الكتاب بذكر غرض كتاب كتاب من الكتب التي سلفت (في العلم الطبيعي) ويشير إلى موضعه في المرتبة ثم يعرف غرض هذا

(21) **المرجع السابق**، ص 206.

(22) **"الضروري في أصول الفقه"**، **المرجع السابق**، ص 18-19.

(23) أنظر الفرق بين أنماط الكتابات الرشدية من مختصرات وجوامع وتلاخيص في كتاب **"المتن الرشدي"** المتكرر ذكره في هذا المقال.

الكتاب وما بقي عليه بعده من هذا القول في هذه الحكمة الطبيعية. فنقول إنه لما كان قد تكلم في المبادئ الأولى لجميع ما قوامه بالطبيعة وتكلم مع ذلك في اللواحق العامة للموجودات الطبيعية كالزمان والمكان وفي كل ما يحتاج إليه في الفحص عن تلك المبادئ وهذا كله في الكتاب المترجم بالسماع الطبيعي، وكان بالواجب ما فعل من ذلك، أعني تقديم هذا الكتاب في التعليم على سائر الكتب لعمومه على ما تبين، وتكلم بعد ذلك أيضا في أجزاء العالم البسائط وفي صورها واللواحق العامة لها وذلك في كتاب السماء والعالم. وكان أيضا بالواجب أن يتلو هذا الكتاب في التعليم للسماع الطبيعي ويتقدم على ما بعده لأنه أول كتاب يفحص عنه فيه عن شيء شيء من الأمور المحسوسة، ولذلك ابتدأ فيها أولا بأبسطها فعرف صورها والأعراض الموجودة لها. ولما فرغ من هذا النظر وكان هاهنا أيضا أمور عامة لشيء شيء من الأمور الجزئية الكائنة الفاسدة وهي حركة الكون والفساد على الإطلاق البسيط منه والمركب وحركة الاستحالة والنمو، شرع بعد ذلك أيضا بالنظر إلى هذه الأشياء وأعطى ما به تتقوم هذه الحركات على العموم، وذلك في الكتاب الملقب بالكون والفساد، وكان أيضا بالواجب تلو هذا الكتاب لكتاب السماء والعالم وتقدمه على ما بعده من الكتب، وذلك أنه لما كان غرضه الأدنى التكلم في موجود موجود من الأمور الجزئية الكائنة الفاسدة ابتدأ أولا في هذا الكتاب يعرف الأمور العامة لها كما فعل في السماع حيث عرف الأمور العامة لجميع ما قوامه بالطبيعة أزليا كان أو فاسدا أو بسيطا. ولما تم له هذا النظر شرع في هذا الكتاب يفحص عن الأشياء التي توجد في الأسطقسات كالأعراض واللواحق وذلك في الأسطقسين منها، أعني الهواء والماء والأرض كالشهب والأمطار والزلازل والرواجف، ولذلك لقب بالآثار العلوية" (24).

إن هذا الفحص الطبيعي الذي لخص لنا ابن رشد أغراض مباحثه، يؤم غاية قصوى هي التمهيد لعلم ما بعد الطبيعة المتضمن في مقالات كتاب ما بعد الطبيعة لأرسطو، والتي لخص أغراضها ابن رشد في بداية مقالة اللام أهم مقالات الكتاب لأنها تضم موضوع علم ما بعد الطبيعة كعلم، وهكذا يقول بصددها:

(24) أنظر **جوامع الآثار العلوية**، المنشور خطأ تحت عنوان رسالة الآثار العلوية تقديم وضبط وتعليق د. رفيق العجم ود. جيرار جهامي، دار الفكر اللبناني، بيروت، 1994، ص 21-22.

"وأما مقالة اللام التي شرعنا في تفسيرها فغرضه الأول فيها أن يعرف مبادئ الجوهر المحسوس الأول، لكن شرع في أولها بأن يعرف مباىٔ جميع الجواهر بإطلاق فابتدأ بمبادئ الجوهر الكائن الفاسد"[25].

إذن فغاية العلمين الطبيعي وما بعد الطبيعة هي الوصول إلى معرفة المبدأ الأول المحسوس أي المادة الأولى وكذلك الجوهر المفارق أي الصورة الأولى والغاية الأولى والفاعل الأول وبذلك يحقق الإنسان كماله الأخير، أي إنسانيته كإنسان.

إن هذه المنزلة الرفيعة التي توخاها ابن رشد هي التي جعلته يفضل العلوم النظرية على العملية، بل في كل العلوم حتى التي الغاية القصوى منها عملية، فإنه وقف عند الجانب النظري فقط منها. وهكذا فالغاية من كتابه بداية المجتهد ونهاية المقتصد في أصول الفقه هو وضع دساتير للقول الفقهي ترقى به إلى مستوى القول العلمي البرهاني بالرغم من وعيه الكبير باختلاف طبيعة النظر الفقهي عن غيره من أنواع النظر في مراتب التصديق التي ينتهي إليها[26]، وهو نفس الهاجس الذي تحكم فيه عند كتابته للكليات في الطب[27] واختصاره لكتاب السياسة لأفلاطون[28].

من سمات التحول الفكري الذي قلنا بأنه حدث في المغرب بعد وفاة ابن رشد هو التغير في تحديد الأهداف المتوخاة من المعرفة الإنسانية، حيث اعتبر ابن رشد أن الكمال الأخير بالنسبة للإنسان هو امتلاك المعرفة الإنسانية في آخر صورها. فهل هو نفس الأمر بالنسبة لابن البنا؟

للبحث في هذه المسألة ارتأينا أن نبحث في الغاية من المعرفة عند ابن البنا وذلك انطلاقا من رصد العلوم التي ستكون لها الأولوية في متنه الفكري وكذلك من خلال الإشارة للأهداف المتوخاة من المعرفة الإنسانية في نظره.

لعل أول مجال اهتم به ابن البنا المراكشي هو علم أحكام النجوم، حيث نجد في بيوغرافيته وصفا لهذا الاهتمام المبكر وذلك من خلال علاقته بشيخ في هذا العلم

(25) ابن رشد، **تفسير ما بعد الطبيعة**، مقالة اللام، دار المشرق بيروت - لبنان، الجزء الثالث، ص 1404-1405.

(26) **"المتن الرشدي"، المرجع السابق**، ص 68، 176، 183-189.

(27) **المرجع السابق**، ص 176، 177-183.

(28) **نفسه**، ص 17. وانظر كذلك **"الضروري في السياسة"، المرجع السابق**، ص 71.

هو أبو عبد الله الهزميري (ت. 678هـ/1279م)، حيث يقول ابن هيدور التادلي (816هـ/1416م) في ترجمته لحياة ابن البنا، إنه بعد اتصاله بالشيخ المذكور :

"أخذ في ذلك الوقت في طلب الهيئة والنجوم حتى أدرك في ذلك الغاية التي لم يلحقها أحد في زمانه، إلا أنه لم يصح عنده الإخبار بالكائنات قبل كونها ولم يطرد له في ذلك قانون، كما ذكره أصحاب علم تقدمة المعرفة. فكان يحس من ذلك في باطنه أمرا عظيما، وأخذ يستصفي في ذلك جميع أصول أحكام النجوم، ولم يدع في ذلك ما قاله الأقدمون شيئا إلا جربه واختبره، فلم يحصل له بذلك قانون إخباري مطرد، وبقي على تلك الحالة سنينا" (29).

إن هذا الاهتمام لم يكن مقتصرا على ابن البنا وشيخه بل كان ظاهرة عامة ستستمر في القرون اللاحقة. غير أن المثير عند الرياضي المراكشي هو هذا الإيمان بعلمية الأحكام النجومية واطراد قوانينها. حيث إن العالم السماوي متحكم بشكل كلي في نظره في مجريات الحياة الإنسانية والطبيعية. ويتبين لنا ذلك من خلال الرسائل التي صنفها في هذا المجال. ففي الكلام على التسييرات ومطارح الشعاعات مثلا يتحدث عن تحكم الأدلة التنجيمية في المرء منذ ولادته إلى حين وفاته، مبرزا الطريقة العلمية في نظره لتسيير أدلته التنجيمية في المنازل الفلكية المنحوسة أو السعيدة. معتبرا أن التسييرات موضوعة بالتجربة والامتحان وتخضع للقانون الطبيعي والقياس العقلي، كما نجد في نفس المجموعة من النصوص كتابا عن القول الكلي الضابط لأحكام النجوم وهو ما يشير إلى إيمانه بعلمية الأحكام النجومية كما أشرنا لذلك فيما قبل(30).

أما كتاب المدخل لصناعة الأحكام النجومية لابن البنا المراكشي والذي لا يزال مخطوطا : فسنجده أولا يربط بين هذا العلم والعلم الطبيعي للقول بأن هذا العلم يأخذ مبادئه من العلم الطبيعي ثم سيعتبره نافعا في الطب كعلم أدنى منه(31).

(29) "حياة ومؤلفات ابن البنا"، **المرجع السابق**.

(30) نشرنا في المرجع السابق النصوص التنجيمية التالية التي نحيل إليها هنا وهي : "الكلام على التسييرات ومطارح الشعاعات ومسائل في الجبر والإقبال وفي عمل الطلاسم وفي المناسبة والكلام الكلي الضابط لأحكام النجوم ونقول في موضع النيرين، وتنبيه على اختلاف العناصر".

(31) قام سالم يفوت بدراسة هذا المخطوط مؤخرا، أنظر : "مقدمة لقراءة كتاب المدخل لصناعة الأحكام النجومية لابن البنا"، المائدة المستديرة : **تاريخ العلم في المغرب**، 10-13 فبراير 2000، سينشر ضمن أعمال الملتقى ضمن منشورات كلية الآداب والعلوم الإنسانية بالرباط.

ثم بعد ذلك سيحاول دراسة العلاقة بين العالم الأرضي السفلي والعالم السماوي العلوي بالتركيز على مفهوم التناسب بين العالمين. بمعنى آخر أن هناك تأثيرا للعالم السماوي على مجريات الأمور في العالم الأرضي. هذا التناسب يبين الارتباط الوثيق بين العالمين السماوي والأرضي سنجد ابن البنا يردد فيه ما سبق أن أبرزه البوني بشكل واضح وهو أن هذا التأثير قائم على التناسب بين الكيفيات الأربع الرطوبة واليبوسة والحرارة والبرودة والعالم السماوي[32].

فما هي دلالات هذا الاهتمام بعلم الأحكام النجومية خصوصا إذا ما نحن قارناه ليس فقط بموقف ابن رشد منها بل أيضا الفارابي السابق بكثير على ابن رشد. حيث إن الفارابي ينتقد بقوة هذه العلوم التي يعتبر أن صحة توقعاتها لا يخضع سوى للصدفة، ولا تنبني عليه معرفة موضوعية بل ذاتية، ولا تخضع لقوانين عقلية أو منطقية[33].

بينما لا ينفي ابن رشد أي تأثير بين العالمين السماوي والأرضي، إلا أنه يشدد على أن هذا التأثير هو تأثير طبيعي فقط[34]. أما انتقاداته لهذه العلوم فهي انتقادات أخف من انتقادات الفارابي، حيث إنه في حين يعتبر علم الطلسمات علما باطلا[35]، يرفض إدراج علم أحكام النجوم ضمن العلوم الطبيعية دون نفي استعمالاته العملية وإمكانية تحقق تنبؤاته جزئيا لأنه يندرج ضمن الزجر والكهانة[36]، ومن هذه الجهة فهو ليس علما إذ لا علم إلا بالكلي.

(32) هناك بالنسبة لأحكام النجوم إيمان بالتناسب بين العالم الطبيعي والحروف والأعداد، حيث نقرأ عند البوني (ت 622هـ/1225م): "اعلم أن للأعداد أسرارا كما أن للحروف آثارا وأن العالم العلوي يمد العالم السفلي، فعالم العرش يمد عالم الكرسي وعالم الكرسي يمد فلك زحل وفلك زحل يمد فلك المشتري وفلك المشتري يمد فلك المريخ وفلك المريخ يمد فلك الشمس وفلك الشمس يمد فلك الزهرة وفلك الزهرة يمد فلك عطارد وفلك عطارد يمد فلك القمر وفلك القمر يمد فلك الحرارة وفلك الحرارة يمد فلك الرطوبة وفلك الرطوبة يمد فلك البرودة وفلك البرودة يمد فلك اليبوسة وفلك اليبوسة يمد فلك الهواء وفلك الهواء يمد فلك الماء وفلك الماء يمد فلك التراب وفلك التراب يمد فلك زحل. **شمس المعارف الكبرى**، المكتبة الشعبية للطباعة والنشر، بيروت - لبنان، 1970، ص 5.

(33) مقالة أبي نصر الفارابي فيما يصح وما لا يصح من أحكام النجوم في: **رسالتان فلسفيتان للفارابي**، تحقيق وتقديم وتعليق جعفر آل ياسين، دار المناهل للطباعة والنشر والتوزيع، بيروت، 1987، ص 43-65. وهذا النقد العنيف من قبل الفارابي يجعل ما يقوله ابن خلدون في **المقدمة** من كون الفارابي اعتبر أن صناعة الكيمياء صحيحة ليست صحيحة. أنظر: عبد الله العروي، **مفهوم العقل**، المركز الثقافي العربي، الدار البيضاء، 1996، ص 208.

(34) أنظر على سبيل المثال "جوامع الآثار العلوية"، **المرجع السابق**، ص 24-26 حيث يلخص هذه العلاقة من الناحية الطبيعية.

(35) "**تهافت التهافت**"، **المرجع السابق**، الجزء الثاني، ص 768.

(36) **المرجع السابق**، نفس الصفحة.

وبالجملة :

" الصنائع التي تدعى تقدمة المعرفة بما يوجد في المستقبل إنما عندها آثار نزرة من آثار هذه الطبيعة، أو الخلقة، أو كيف شئت أن تسميها أعني المحصلة في نفسها التي يتعلق بها العلم " [37].

إن الفارق الكبير بين ابن رشد وابن البنا يكمن في أن الأول قصر العلاقة بين العالم السماوي والأرضي في الجانب الطبيعي، بينما العالمين متخالفين تماما، حيث إن الأول سرمدي متكون من مادة غير متكونة ولا فاسدة هي الأثير، أما الثاني فإنه كان يؤمن بالوحدة بين العالمين السماوي والأرضي والإيمان بالوحدة بين العالمين هو الذي أدى إلى ميلاد الثورة العلمية الحديثة، التي من أهم نتائجها كما نعرف هو الاقتناع بأن العالم بكامله تحكمه نفس القوانين الفيزيائية.

ولابد من التذكير بالفارق الكبير فيما يخص هذه النقطة بين أوربا والمغرب، حيث إنه فيما سيؤدي الاهتمام بعلم أحكام النجوم في أوربا إلى ميلاد العلم الحديث[38]، ستتوقف الأعمال الخاصة بالبحث في قوانين هذا العلم الذي سيحتفظ فيه بالجانب العملي فقط.

أما العلم الثالث الذي يمكن اعتبار الاهتمام به هو الآخر قد جاء كرد فعل ضد ابن رشد فهو التصوف الذي يطلق عليه ابن البنا اسم مراسم طريقة في فهم الحقيقة من حال الخليقة[39]. الذي هو علم لا يبحث في وحدة الوجود انطلاقا من جهد بدني وعقلي مباشر فقط، بل لا يستثني أي علم سواء كان عقليا أو نقليا في عملية البحث عن حقيقة الخلق وهكذا سيعتمد فيه على الرياضيات إلى جانب العلوم اللغوية

---

(37) **المرجع السابق**، الجزء الثاني، ص 798.

(38) والجدير بالذكر أن الاهتمام بالعلوم السرية لم يتوقف بميلاد العلم الحديث وهو الخطأ الذي سقطت فيه التفسيرات الوضعية لتاريخ العلوم، بل استمر هذا الاهتمام حتى بين رواد العلوم الحديثة ككوبرنيك وكبلر وخصوصا نيوتن وفق ما كشفت عنه مخطوطات اكتشفت مؤخرا تثبت تعاطيه للكيمياء القديمة (alchimie) أنظر على سبيل المثال :

Mohamed ABATTOY, "**Le concept de force chez Newton : Explication mécanique ou interprétation alchimique**", dans : **Explication et interprétation dans les sciences**, Publications de la Faculté des Lettres et des Sciences Humaines, série : Colloques et séminaires n° 62, 1997, pp. 3-29.

(39) أنظر أسباب هذه التسمية في : "رفع الحجاب" . . . **المرجع السابق**، ص 13.

والدينية لكن ما يهمنا هنا هو أن التصوف أتاح الخروج من النسق الأرسطي والتحرر من قضاياه ومفاهيمه. وهو ما سأحاول إبرازه في هذه النقطة من العرض:

نلاحظ مثلا أن القيمة الكبرى التي ستكون للرياضيات ستتيح التخلص من قيود المنطق الأرسطي. وهنا نقد المنطق لن يكون بدعوى أن أصوله تناقض أصول الدين الإسلامي بل لتفضيل العلماء المغاربة في القرن 13م للرياضيات وهكذا يصرح شارح مراسم طريقة أن النظر يكفي فيه العقل السليم[40] أما ابن البنا فيعطي أمثلة بمسائل عندما نستعمل فيها الحس تكون غامضة وكأنها غير صحيحة ولكنها مبرهن عليها بطريقة عقلية رياضية، حيث يقول عند البحث في المبادئ التي يقول عليها العلم، أن النظر فيها يختلط فيه العلم بها بوجودها نفسه، حيث:

"يصير مثلهما كمثل خطين امتدا على استقامتهما من جهة البصر إلى طرفي مبصر بعيد جدا فلا يدركه البصر للبعد وانطباق أحد الخطين على الآخر حسا لشدة ضيق الزاوية على البصر للبعد فيضمحل الإبصار في ذلك المضيق، وإن كان العقل يشهد بأنهما إثنان"[41].

لكن ما هو مثير أكثر للاهتمام هو تمجيد العقل في الاسلام حيث بتحرره من المفاهيم الأرسطية فيما يخص نظرية العقل سيستخدم ابن البنا وشارحه كذلك مفاهيم أخرى أي بدل المرور من العقل الهيولاني للوصول للعقل الفعال سيتم استخدام المفاهيم التالية انطلاقا من التدرج التالي: سيقال بأن العقل الطبيعي هو ربط ما في الذهن بالوجود والعقل الروحي ربط الوجود بالحقيقة والعقل الشرعي ربط الحقيقة بالأسماء والصفات. إذن العقل الشرعي الإسلامي هو أشرف العقول لأن هذا العقل هو بمثابة نور تنكشف له كل أسرار الوجود. وسيدفع تشريف ابن البنا للعقل إلى وضع شارحه التنظير العقلي كمقياس لوضع ترتيب تدرجي للأمم: حيث سنجد في المرتبة الأولى الأمة الإسلامية التي منزلتها في التنظير منزلة الإدراكات العقلية، منزلة الأمة التي قبلها منزلة الإدراكات التخيلية، ومنزلة الأمم الأولى منزلة الإدراكات الحسية. فلنتصور لو استمر تقدم العلوم وتطور المجتمعات العربية

---

(40) محمد أبلاغ، **مراسم طريقة في فهم الحقيقة من حال الخليقة وشرحه**، عمل في طور الإنجاز، غير أنني أريد الإشارة هنا أنني تيقنت من أن الشارح ليس ابن البنا نفسه بل هو شارح مجهول.

(41) **المرجع السابق**.

الإسلامية بنفس الوثيرة كيف كان سيكون الفكر العربي الإسلامي الحديث ؟ وما هي المكانة التي كان العقل سيحتلها في هذا الفضاء ؟

يكفي أن أقول هنا بأن تشريف العقل هذا أدى بشارح ابن البنا إلى القول بأن الإنسان هو اختصار للعالم كله لأنه مركب من جميع مواد العالم وينفرد عن هذا الأخير بالعقل.

ستلاحظون بأن النسق الأرسطي كان ينهار ليس دائما بأدلة عقلية بل بالحدس لما سيأتي، حيث كلما تعمقنا في قراءة هذه النصوص إلا ونجد أنفسنا وكأننا نطل على العالم الحديث بعقلانيته ولكن بإنسيته كذلك وسيشمل هذا التحطيم كل المجالات.

وفي الوقت الذي كانت فيه الأرسطية تضع الأرض في مركز العالم، سنجد أن الإيمان بلا تناهي العالم حيث إن باب العلم أوسع من باب الوجود سيجعل ابن البنا يسقط القول بمركزية الأرض فعالمنا المرئي لا يشكل سوى جزءٍ يسيرا من الملكوت الإلهي. وهكذا يسقط القول بالمركز، يقول ابن البنا : "فالجهات نحو ما توجهت ولا وجود لها عند عدم هذا الاعتبار فإن العالم لا جهة له" (42).

هذا الأمر سيجعله يقول بإمكانية وجود أكوان متعددة وليس كونا واحدا ونعرف أن هذا القول كلف Giordano Bruno (1548-1600) في أوربا حياته(43).

بهذه الأفكار نشعر وكأننا في العصر الحديث ولكن يجب أن نقول بأن هذه الأفكار كانت تفتقر إلى السند العلمي ولن تجد تحققها الكامل إلا في أوربا العصر الحديث. هذا القول ليس معناه أن هذه الأفكار انتقلت من المغرب إلى أوربا لأن المرحلة التي ظهر فيها ابن البنا كانت الترجمة قد توقفت، بل المثير في الأمر أنها أفكار ظهرت في المغرب وفي أوربا في نفس الوقت تقريبا وكتب لها النجاح هناك والجمود هنا.

---

(42) المرجع السابق.

(43) تتلخص فكرة جيردانو برونو في القول بأن القدرة الإلهية اللامتناهية قادرة على خلق أكوان لامتناهية، غير أن هذه القدرة يجب أن لا تبقى في إطار القوة على الفعل، كما هو الأمر عند الأرسطين بل إن الله لا متناه بالفعل وبذلك فهو فعلا خلق أكوانا لا متناهية. وبعد أن قضى 8 سنوات في السجن تم إحراقه من قبل الكنيسة سنة 1600.

عن أفكار برونو أنظر على سبيل المثال : A. Koyré, **Du monde clos à l'univers infini**, Paris, 1988

الفكرة التي تحققت في المغرب هي فكرة تنظيم المجتمع الإنساني وفق قوانين عقلية وهو ما قام به ابن خلدون الذي لا يجب بتاتا اعتباره فلتة من فلتات العصر أو إنسانا حديثا سابقا لعصره بقرون، ابن خلدون هو تلميذ للآبلي الذي هو بدوره تلميذ لابن البنا الذي يقول شارحه المجهول :

"والناس في أفكارهم أمة واحدة، ولما كان الإنسان لا تتم معيشته لو تولى تدبيره من غير شريك يعاونه على ضرورياته وحاجاته فلابد أن يتعاون الناس بعضهم بالبعض حتى إذا اجتمعوا كان أمرهم مكفا فاضطروا للإقامة بالمدن والصنائع واحتاجوا أن يكون لهم في معاملتهم ومناكحتهم وجناياتهم قانون مرجوع إليه" (44).

خـاتمـــــة :

أدى تجاهل الفترة العربية الإسلامية في تاريخ العلوم إلى تجاهل حقيقة تاريخية وهي أنها ثورة ليس على أرسطو الذي تفصله قرون كثيرة على عهد الثورة العلمية وإنما هي ثورة في الحقيقة على ابن رشد. حيث إنها ثورة فتحت آفاقا لم يكن ابن رشد الذي كان بطبيعة الحال سجين عصره يعرف وجودها.

إن هناك محاولات اليوم خصوصا في أمريكا لابراز كونية العلوم، هذه المحاولات في المجال الابستمولوجي والتاريخي يجب أن نغذيها بالأبحاث والدراسات وكذلك الاجتهادات الخاصة بالعلوم العربية الإسلامية ودورها في التاريخ الكوني للعلوم.

وحتى إن كانت العلوم العربية الإسلامية ومن بينها الأعمال التي تحققت في المغرب في القرنين 13م و14م أي بعد وفاة ابن رشد، لم تساهم بشكل مباشر في حدوث الثورة العلمية فإن كون الأفكار التي جاءت بها مشابهة لأفكار النهضة الأوربية تثبت بما لا يدع مجالا للشك أن فكر الأندلس والمغرب هو الذي كان وراء ما تحقق في أوربا.

---

(44) "مراسم طريقة وشرحه"، **مرجع سابق**.

أعتقد أن ما يمكن أن أختم به هذا العرض هو الدعوة إلى ضرورة الدراسة الفلسفية والابستمولوجية لما قام به الباحثون المعاصرون من تحليل وتحقيق للنصوص العلمية العربية الإسلامية في المغرب، لأنه لا يجب إغفال بعدها الثقافي الهام بالنسبة لعصرنا وثقافتنا العربية الإسلامية والموقع الذي يجب أن نحتله في العالم المعاصر.

لقد استفاقت النهضة العربية الحديثة في القرن التاسع عشر على تقدم كبير في أوربا وتخلف مهول في الفكر العربي الإسلامي، فكان لزاما عليها أن تدرس الفكر الأوربي المتقدم لعلها تجد الإجابة عن سبب تخلف الفكر العربي الإسلامي، وكانت بذلك دائمة المقارنة بين الفكر المشرقي والفكر الغربي، ولعل الأوان قد حان الآن لمساءلة الفكر العربي الإسلامي نفسه ما هي الطرق التي كان سيسلكها نحو الحداثة لو كتب له اطراد التقدم.

ففي ما قلنا أعلاه بعض الملامح من هذه الحداثة غير المكتملة والتي تتطلب منا جهدا جماعيا لإبرازها في صورتها الأخيرة، لعلنا نفهم العالم المعاصر من داخل فكرنا العربي الإسلامي.

التخيل والعلم في فلسفة الفارابي

محمد ألوزاد
كلية الآداب فاس/ سايس

إن مسارنا ينطلق من فحص دلالة العلم عند الفارابي ليتضح لنا كيف تنتهي هذه الدلالة إلى إثارة قضية التخيل والعلم في فلسفته. وبالتالي يمكن أن نستخلص كيف حدث هذا الإتصال غير المتوقع بين العلم والتخيل في هذه الفلسفة التي قدمت نفسها في صورة منظومة فيضية عقلية في سائر مراتبها.

حينما نتصفح كتاب الفارابي في البرهان [ت ماجد فخري - دار المشرق بيروت 1987] نلاحظ أولا أن اسم "العلم" يقع على معنيين : "أحدهما التصديق" والثاني "التصور". لكن الأرجح أن يطلق "التصديق". ويقع في التصديق على "اليقين الضروري" أكثر من وقوعه على "ما ليس بيقين" أو الذي هو "يقين وليس ضرورياً" [**نفس المصدر** - ص 25].

إن صيغة هذا التحديد ليست حاسمة وليست منغلقة. فمن جهة تفسح المجال أمام مشروعية استعمال اسم "العلم" - ولو بالإشتراك - على التصورات المحضة حتى وإن ظلت هذه التصورات في مستوى التخيلات في مستوى الألفاظ المجردة. كما تفسح المجال ولو على الأقل لاستعمال اسم العلم على ما ليس بيقين أو الذي هو يقين وليس ضروريا. مما يفتح الباب أمام علم "السفسطة أو الحكمة المموهة. والعلم الذي يضم الظنون والاحتمالات وكل ما هو عرضي واتفاقي مما تلتمسه الخطابة والشعر والجدل..

إذا كان هذا الإنفتاح المفترض في قول الفارابي لا يمنع من التسليم بأن "العلم" الحق في قوله هو "العلم اليقيني الضروري". الذي يحصل بقياس برهاني. إلا أنه

لابد من ملاحظة أن هذا " التحديد نفسه لا يحول دون تسليم الفارابي بعلم يقيني وضروري ولكنه ليس قياسيا . ونقصد به يقينا لا يصنعه التعقل الإنساني الخالص .

هنالك أولا علم بالأوائل أو بالمقدمات الأولى أو المبادئ الأولى على الإطلاق " التي يجد الإنسان نفسه كالمفطور على التصديق بها من أول الأمر [**نفس المصدر** - ص 71] وخطورة هذا العلم أن بدونه لا يمكن تأسيس القياس الذي يسمى برهانا . فهذا القياس إنما يؤلف من " مقدمات يتيقن بها " يقينا ضروريا " [**نفس المصدر** - ص 26] .

إن الفارابي في رسالته في ***"العقل"*** [ت م بوج - دار المشرق - بيروت 1983] . يحيل إلى العقل الذي ذكره أرسطو في كتاب **البرهان** أي قوة النفس التي بها يحصل للإنسان اليقين بالمقدمات الكلية الصادقة الضرورية لا عن قياس أصلا ولا عن فكر بل " بالفطرة والطبع . . " وتلك المقدمات هي " مبادئ العلوم النظرية " [**نفس المصدر** - ص 9-8 . .] .

وفي محاولة الفارابي تعليل وجود هذه المقدمات يلجأ إلى دلالة أخرى ضمنية للعلم أنه يصبح نتيجة لفعل الإنارة . إنارة العقل الفعال (المفارق) للعقل الإنساني (الهيولاني) . الإنارة تعني " فعل النزول " أي ما يشبه فعل الشمس في البصر . ولاشك أنها تنير : قوى النفس الرئيسية مادام أن اليقين بالمقدمات الأول يحصل في الصبا وفي فترة لم يتحقق فيها للقوة الناطقة كما لها الأخير . وفي هذا السياق يحضر الخيال ويساهم في هذا التلقي وفي هذا الإبصار .

يقول الفارابي في **آراء أهل المدينة الفاضلة** [ت أبير نصري نادر - دار المشرق بيروت 1973] . إنه إذا حصل " في القوة الناطقة عن العقل الفعال ذلك الشيء الذي منزلته منها منزلة الضوء من البصر ، حصلت المحسوسات حينئذ عن التي هي محفوظة في القوة المتخيلة ، معقولات في القوة الناطقة . وتلك هي المعقولات الأولى التي هي مشتركة لجميع الناس ، مثل أن الكل أعظم من الجزء . وأن المقادير المساوية للشيء الواحد " [**نفس المصدر** - ص 103] .

بدون المحسوسات المحفوظة بالقوة المتخيلة تتعذر الإنارة ويصبح العلم اليقيني القياسي كله " متعذر " . فالمقدمات العقلية الأولى تنبثق من المحسوسات المتخيلة متى تعرضت لهذه الإنارة الخارقة .

يتحدث الفارابي عن علم آخر هو كمال كل علم. وهو "السعادة القصوى والحياة الآخر" كما يقول في رسالة العقل ويحاول رسمه في "كلامه وأقواله في السعادة". إن العلم هنا يعني قمة الصعود العملي والنظري عبر تجريد الصور عن المواد لتقريبها من "المفارقة قليلا قليلاً إلى أن يحصل العقل المستفاد". فيصير عند ذلك "جوهر الإنسان أو الإنسان بما يتجوهر به أقرب شيء إلى العقل الفعال" [الفارابي - **رسالة في العقل** - ص 31].

هذا العلم أو العقل (وهما مترادفان في هذا المستوى) إذا كان يمكن أن يستغني في "قوامه عن أن يكون البدن مادة له" إلا أنه يحتاج "في أفعاله أو في كثير منها إلى أن يستعمل قوة جسمانية ويترفد بها. وذلك مثل الحس والتخيل" [**نفس المصدر** - 32].

وهكذا نرى أن العلم حينما يخطو خارج القياس قد يلجأ إلى الخيال. لكن هذا اللجوء احتمالي ويقصد "التعبير العملي" عما هو "خارق" نظرياً. إن تدخل الخيال هنا ليست له نفس الحتمية في العلم" بالمقدمات الأولى.

في كتاب البرهان يشير الفارابي إلى علم آخر لا يعول في إدراك "معلوماته" على القياس والإستبدال عموماً وهو علم يندرج ضمن العلم بالصنائع. أو العلم بالصناعات العملية. يقول الفارابي : "ضمن المعلومات في الصنائع ما يحدث علمها للإنسان مع مزاولة أعمال تلك الصناعة والإعتياد للأفعال الكائنة عنها.. " [الفارابي - البرهان - ص 59..].

إنه علم بالممارسة ورغم أنه أدنى من العلوم النظرية (في تقدير الفارابي ومعاصريه) إلا أنه شرط ضروري لقيامها. لأنه علم يساهم في قيام الحياة الجسمانية والمدنية التي بدونها يرتفع العلم جملة. لكن الفارابي لم يوضح هذه الممارسة الصنائعية رغم أنه من الممكن أن نفترض أنها تتم بالبدن وقواه النفسية ومنها القوة المخيلة. لكن إحدى رسائل معاصريه إخوان الصفا لم تغفل أهمية التخيل في هذه الممارسة بل منحته أولوية وأهمية تثير الإنتباه (تفصله عن الوظيفة الحسية).

فالقوى الحسية تدرك "محسوساتها في الجواهر الجسمانية من خارج" أما القوى المتخيلة "فهي تتخيلها وتتصورها في ذاتها". ويتجلى ذلك في أفعال "الصناع البشريين" فكل صانع يبتدئ أولاً "يتفكر ويتخيل ويتصور في وهمه صورة

مصنوعة بلا حاجة إلى شيء من خارج" ثم بعد ذلك يقصد إلى "هيولى مَّا، في مكان مَّا، في زمان مَّا، فيصور فيها ما هو مصورٌ في فكره بأدوات مَّا وبحركات ما. . " [إخوان الصفاء - **رسالة في الآراء والديانات الرسائل** - المجلد الثالث - دار صادر - بيروت - دون تاريخ - ص 417].

لكن يبدو أن الفارابي إنما يقصد أساساً تعلم (الصناعة) بينما يقصد إخوان الصفا "فعل الصنع نفسه" كخلق للأشياء المصنوعة.

في سائر هذه الدلالات لا نجد القوة المتخيلة تؤسس علماً مستقلاً. إنها تظل رهينة بقية القوى وخادمتها. لكننا نخلص منها إلى أن الفارابي يلجأ إلى الخيال كلما كان العلم يدل على ما لا يحصل بالقياس.

إن هذه الثغرة تمهد لنا السبيل لفهم كيف أن الفارابي حينما سلم في سياقات مختلفة بعلم لا دور فيه للتجربة ولا للحس ولا للعقل الإنساني ولا للممارسة لجأ إلى التخيل ومنحه منزلة تنافس منزلة سائر القوى النفسية بما فيها القوة الناطقة ومنحه استقلالا وتفرداً. إن التخيل أصبح بإمكانه أن يؤسس علماً متميزاً يقينياً وضرورياً.

كيف تمت هذه النقلة وتم النفاذ من تلك الثغرة نحو لقاء استثنائي بين التخيل والعلم؟ سؤال يمكن أن نلتمس بعض ما ينيره في كلام الفارابي "في المنامات" (فمحاولة "تفسير المنامات" تقليد بدأه الكندي في المشائية الإسلامية وامتلك قوة بفضل ما نسب لأرسطو من أقوال في الرؤى والكهانات) كما يمكن أن نلتمسه في انشغال الفارابي العميق بمحاولة رفع العناد الذي عاصره أدانه بين أهل الملة وأهل الحكمة على أساس أن القول في المنامات والرؤى يمكن أن يمتد ليفسر أيضاً "العلم النبوي". إن ذلك يجرنا بالبداهة إلى تصور علمين (من مصدر واحد) علم (تؤسسه القوة الناطقة). وعلم تؤسسه القوة المتخيلة" : علم الحكماء وعلم الأنبياء.

في هذا الإتجاه سيخرق الفارابي قاعدة التزم بها الكندي وإخوان الصفا (المعاصرين له) وهي قاعدة أفلاطونية الأصل (وإن استعملها أرسطو لاحقاً) تفيد أن وجود الإنسان كإنسان رهين "بالرئاسة المستمرة" للقوة الناطقة لسائر قواه النفسية والجسمانية.

فالتخيل في نظر الكندي ينسب للقوة المصورة وهي في نظره "مصورة الفكر الحسية" فأي فكرة عرضت لنا عند تشاغلنا عن جميع الحواس تمثلت صور تلك الفكرة لنا مجردة فرضية" (أي بغير هيولى) لذلك نرى في النوم من "الصور الحسية ما ليس يجده الحس البتة" [الكندي - **القول في سبب المنامات** - رسائل الكندي - ت أبو ريدة - دار الفكر العربي - القاهرة 1950 - ص 299-300. .].

وفي حالة الرؤى التي تنكشف فيها "الأشياء عن أعيانها قبل كونها" وهي أعلى مراتب الرؤى وأكملها. وتتقبل القوة المصورة ما هو كامن في النفس من معاني الأشياء قبل وجودها العياني [الكندي - **نفس المصدر** - ص 303. .].

أما إخوان الصفا فرغم أنهم في إحدى رسائلهم (التي سبقت الإحالة إليها) يتكلمون عن القوة المتخيلة وعجائبها وفضيلتها وأنها تتمتع بالصفة الروحانية إلا أن الرسالة تحذر من أن هذه القوة "تركب القياسات" الفاسدة وتحكم بها "على حقائق الأشياء بلاَ روية ولا اعتبار" مثل ما يفعل "الصبيان والجهال وكثير من العقلاء أيضا". فَكثير من العلماء "تائهون في بحر هذه القوة وعجائب متخيلاتها". فيظن بعضهم أنهم إذا "تفكروا وتخيلوا بهذه القوة شيئاً ما ظنوا أن ذلك حق". وحكموا عليه بأنه حق "بلا حجة ولا برهان". وكثير منهم "إذا سمع شيئاً من العلوم فلم يتصوره - لعجز هذه القوة ونقصان فعلها فيه - أنكر وجحد ولم ينظر إلى الدليل والبرهان البتة" [الرسائل - ص 420].

لكي يتجاوز الفارابي هذا الموقف السلبي من التخيل - كتعبير قابل للانحراف عن الأفكار والتصورات راجع مفهومين أرسطيين: **الممكن والمحاكاة**. على أساس أن التخيل يقدم علماً بالممكنات (الجزئية) بواسطة (المحاكاة) لما في النفس ولما هو خارج النفس.

إن الأمور الممكنة كما يقول الفارابي في شرحه على كتاب العبارة على ثلاثة أوجه:

1. أحدها ممكن وجوده ولا وجوده على التساوي.
2. الممكن الذي وجوده أحرى وأكثر من لا وجوده،

3. الممكن الذي وجوده على الأقل. [الفارابي - شرح الفارابي لكتاب أرسطو طاليس في **العبارة نشره** : ولهلم كوتشي اليسوعي وستانلي مارو اليسوعي. المطبعة الكاثوليكية - بيروت 1960 ص 95].

في سائر هذه المعاني يغيب اليقين الضروري لأن الممكن يتعلق بما ينبغي أن يوجد في المستقبل وقد لا يوجد. كما أنه يتعلق خلافا للضروري (ليس بأشخاص الجواهر) وإنما بأشخاص لأعراض أي بجزئيات وعلل ظاهرة وباطنة لا تحصرها العلوم النظرية.

وسؤال الفارابي هل علم الممكن متعذر على الإطلاق حتى إن نسبنا (لله) ؟ وذلك أن تشكك أرسطو يصعب دفعه. فما علم صادقاً أنه سيكون "فعلا يمكن أن لا يكون" . فيكون "وجود ما يوجد في المستقبل" متى كان القول عليه قبل ذلك "صادقاً ضروري الوجود" . أي أن علم الممكن ما أن يصبح يقينياً وضرورياً حتى يلتحق بالضروري ويفقد صفة الإمكان. "فتعود الأشياء كلها فتكون ضرورية في أنفسها" [**نفس المصدر** - ص 98].

لكن جعل كل الأمور (ضرورية) يرفع كل ما هو إنسي في الحوادث والوقائع ويرهن الإنسان "بحتمية أو جبرية" تنعدم فيها الإرادة الروية. فتبطل كل العلوم التي تشترط هذه الإرادة وهذه الروية خاصة علم الأخلاق والعلم المدني.

لتجاوز تشكك أرسطو الذي يحول دون قيام علم بالممكنات يقدم الفارابي ما يسميه "بالجواب الصحيح" أي أن "لزوم الشيء عن الشيء ضرورة" لا يعني أن "الشيء اللازم ضرورياً في نفسه" فصدق "القول الموجب" إذا كان يلزم عنه ضرورة وجود الأمر. فإنه لا يلزم عنه أن ذلك الأمر "ضروري الوجود في نفسه" [شرح الفارابي لكتاب أرسطو طاليس في **العبارة** - ص 99].

إن الفارابي في العلم بالممكن فصل بين (الضرورة في هذا العلم) والضرورة في (الممكن) نفسه. فوقوع الممكن وتحققه لا يرفع عنه صفة الإمكان حتى وإن علمناه بعلم ضروري ويقيني [ص 99] فإننا إن صدقنا في قولنا "إن المطر يكون غداً" وأن "زيداً سيسافر غداً" . لزم من ذلك سقوط المطر وسفر زيد. لكن الضرورة في علمنا

بسفر زيد لا ترفع الإمكان عن هذا السفر باعتباره رهين بإرادة زيد. وكان يمكن لزيد أن يقعد في بيته ولا يسافر [**نفس المصدر** – ص 99].

إذا كان هذا الجواب الجدلي لا يمكنه أن يرفع الفعل العلم بالممكن إلى مقام العلم الذي يؤسسه البرهان فإنه يمكن أن يحيلنا إلى (الإعتقادات) التي يحكمها الظن والإحتمال والترجيح وهي دون هذا العلم أو "التسليم بصنف آخر من العلم الضروري اليقيني مَحَلَّ الممكنات الضروريات معاً (لا يخضع لمعايير الاستدلال العقلي) تستطيع القوة المتخيلة وحدها أن تنقله من مصدر مفارق أي من إنارة تخصها من العقل الفعال.

فإذا استطاعت هذه القوة في إنسان ما أن تبلغ أعلى مراتب الكمال. وأمكنها أن تستقل عن انشغالها الدائم واستغراقها المعتاد بالمحسوسات وخدمتها للقوة الناطقة ليتاح لها فضل "تفعل به أفعالها التي تخصها". عندئذ وعبر هذه القوة يتقبل صاحبها في يقظته عن العقل الفعَّال "الجزئيات الحاضرة والمستقبلة أو محاكياتها من المحسوسات، ويقبل محاكيات المعقولات المفارقة وسائر الموجودات الشريفة ويراها" [الفارابي -**آراء أهل المدينة الفاضلة** – ص 114-115].

لكن كيف تتقبل القوة المتخيلة هذا العلم الخارق بالممكن والواجب وبالمحسوس والمعقول رغم أن طبيعتها الأصلية طبيعة حسية جسمانية ؟

تساؤل سيحيلنا في فلسفة الفارابي إلى مفهوم المحاكاة في هذه الفلسفة وأهمية الخاصة بالنسبة لصلة التخيل بالعلم.

على المجرى الطبيعي نجد الفارابي يلمح لهذا المفهوم بدلالة تعني خلق صورة لموضوع تحت تأثير المدركات والرغبات الحميمية. فالقوة المتخيلة تحرك النزوع إلى علم شيء ما، إما بتخيل الشيء الذي "يرجى ويتوقع" أو "شيء مضى". أو تمني "شيء ما تركبه القوة المتخيلة" وقد يتم ذلك بما يرد على القوة المتخيلة "من إحساس بشيء ما ينشأ عنه تخيل ذلك الأمر على أنه مخوف أو مأمول"، كما يمكن للتخيل أن يخلق صورة لموضوع بفعل ما يرد علية "من فعل القوة الناطقة" [**آراء أهل المدينة الفاضلة** – ص 91].

لكن هذه الدلالة تفترض أن للقوة المتخيلة مخزونها الخاص من الصور الحسية بها يمكن أن تميز صورها عن الصور الحسية المباشرة. إن هذا المخزون الخيالي يتبلور

ويتأسس ويتخذ أشكالاً جديدة (تغاير منابعها الأصلية) بفعل التركيب والفصل. فالقوة المتخيلة تنتهز كل فرصة تنفرد فيها عن الحاسة والنزوعية والناطقة لتمارس عملية الفصل والتركيب في رسوم المحسوسات التي تحتفظ بها.

إن المحاكاة تعني إذن تقديم صور (خاصة) من مخزونها بمناسبة المؤثر الخارجي كما هو الشأن في العبارة الشعرية حينما نستعمل "مثالات المعاني وخيالاتها" [الفارابي - **الحروف** - تحقيق محسن وهذي - دار المشرق 1973 - ص 142. .].

فإذا كانت هذه القوة تحت تأثير المحسوسات بالحواس الخمس تكتفي "بتركيب محسوساتها المحفوظة" فإنها تحت تأثير المعقولات تقوم بتصوير أشياء إما حسنة المنظر إذا كانت المعقولات تتصف بالكمال والبهاء وتصوير أشياء قبيحة المنظر إذا كانت المعقولات تتصف بالنقص والقصور.

وتحت تأثير القوى الجسمانية كالقوة الغاذية والنزوعية والمزاجية. تقوم القوة المتخيلة بتركيب الأفعال التي "شأنها أن تكون عن تلك الملكة". فتؤسس صورة محركة للفعل في المنام "فربما قام إنسان من نومه فضرب آخر" [الفارابي - **آراء أهل المدينة الفاضلة** - ص 110-111].

في سائر هذه الأحوال تحتفظ (المحاكاة) بدلالتها الأصلية التي تعني التناسب والتناظر بين التمثل وموضوعه. أي بين الصور الخيالية والمؤثرات الحسية والعقلية والجسمانية التي ترتبط بها. لكن هذا التناسب يصعب تصوره متى قصدنا مؤثراً آخر هو العقل الفعال. فنحن بصدد إنارة عقلية خارقة تصدر عن عقل مفارق تتحول بالمحاكاة إلى مادة خيالية. لتصبح بعد ذلك رؤى حسية إدراكية.

فالقوة المتخيلة في أكمل مراتبها تتخيل ما يعطيها العقل الفعال بما تحاكيها "من المحسوسات المرئية" ثم تعود هذه المحسوسات المتخيلة لترتسم "في القوة الحاسة". فإذا حصلت رسوماتها في الحاسة المشتركة انفعلت عن تلك الرسوم "القوة الباصرة". فارتسمت فيها تلك ومنها ينتقل الرسم إلى الخارج ليعود إلى القوة الباصرة عبر العين ومنه إلى الحس المشترك وإلى القوة المتخيلة. فيصير "ما أعطاه العقل الفعال من ذلك مرئياً لهذا الإنسان" [الفارابي - **آراء أهل المدينة الفاضلة** - ص 114-115. .].

في هذه **المحاكاة** التي تفتقد التماثل والتناظر والتناسب (أي كل العناصر الضرورية في الأشكال التخيلية في القول والفعل الطبيعي). يلتقي التخيل بالعلم. ويكون اللقاء في اليقظة عند الأنبياء ومن دونهم يتفاوتون في العلم وتغلب عليهم الرؤى في المنامات. والرؤى التي تقصد الجزئيات وما دون ذلك أضغاث أحلام أو هلوسات المختلين.

إن هذا اللقاء بين العلم والتخيل سيؤسس أنساقاً (كما يؤسسها العلم البرهاني) لكنها أنساق متميزة: أنساق شعرية ودينية تقصد تعليم الجمهور هذه الأنساق لا يتم بناؤها إلا بتدخل اللغة وتدخل القياس. غير أن هذا التدخل يؤدي إلى انحراف هذه الأنساق وتحولها عن منبعها الأصلي أي عن صفةُ اليقين والضرورة. فينشأ تعاند سلبي بين هذه المعرفة التخيلية وبين المعرفة البرهانية.

Contributions en langue arabe

construction d'un problème, même si elle est essentielle parfois dans la phase d'élaboration des idées.

Comme on le voit, les réflexions des mathématiciens arabes sur les mécanismes sous-jacents à leurs propres pratiques paraissent bien modestes et sont souvent noyées dans des considérations techniques. Mais, après tout, nous pourrions dire, en reprenant à notre compte une remarque d'al-Khayyâm, que certains aspects de leur activité ne sont pas de leur ressort mais plutôt de celui des philosophes. On constate que c'est bien le cas lorsqu'il s'agit des fondements des mathématiques sur lesquels, effectivement, des philosophes arabes se sont penchés et ont élaboré des réflexions d'un grand intérêt dont un certain nombre nous est parvenu. Mais, ce n'est malheureusement pas le cas du sujet qui nous intéresse ici, comme on peut le voir en parcourant les traités ou les chapitres qu'ont consacré à l'imagination ceux parmi les philosophes des pays d'Islam qui sont connus pour avoir eu une pratique mathématique de haut niveau. En disant cela, nous pensons bien sûr à Ibn Sînâ (m. 1037), qui a inséré des résumés d'ouvrages entiers dans son corpus philosophique *Kitâb ash-Shifâ* (53), à Ibn Bâjja (m. 1138), qui a été un brillant élève du grand géomètre du XIe siècle Ibn Sayyid (54) et à Nasîr ad-Dîn at-Tûsî, qui est également connu pour avoir imaginé de nouveaux modèles planétaires(55).

Devant ce silence partagé par les mathématiciens et par les philosophes, il nous reste à espérer que les réponses à certaines de nos interrogations sur l'imagination, dans les sciences et plus particulièrement en Mathématique, sont dispersées dans les écrits des spécialistes du *Kalâm* qui n'ont pas encore bénéficié d'une étude suffisante.

53- A. DJEBBAR : *Les mathématiques dans l'œuvre d'Ibn Sînâ (370/980-428/1037)*, Journées Avicenne, Marrakech, 25-26 septembre 1998. A paraître dans les actes du colloque.

54- A. DJEBBAR : *Deux mathématiciens peu connus de l'Espagne du XIe siècle : al-Mu'taman et Ibn Sayyid,* Colloque International sur *"Les mathématiques autour de la Méditerrannée jusqu'au XVIIe siècle"*, Marseille-Luminy, 16-21 avril 1984, in M. Folkerts & J. P. Hogendijk (édit.) : *Vestigia Mathematica, Studies in medieval and early modern mathematics in honour of H.L.L. Busard,* Amsterdam-Atlanta, GA 1993, pp. 79-91.

55- E. S. KENNEDY : Late Medieval Planetary Theory, *Isis*, vol. 57, n° 189 (1966), pp. 365-371.

Une autre forme d'occultation qui concerne le rôle de l'imagination dans la phase d'investigation peut se deviner à la lecture d'une catégorie d'écrits mathématiques que nous n'avons pas encore évoqués ici. Il s'agit des ouvrages de Thâbit Ibn Qurra [49], d'Ibrâhîm Ibn Sinân (m. 946)[50], d'as-Sijzî [51] et d'Ibn al-Haytham [52], dont des copies nous sont parvenues, et peut-être ceux d'autres auteurs que les recherches futures dévoileront. Ces ouvrages traitent des procédés de construction et des outils de démonstration en enseignant, à l'apprenant ou à l'étudiant qui s'initie à la recherche, les meilleurs moyens d'appréhender une question mathématique puis de la résoudre.

Dans leurs exposés, les quatre auteurs que nous venons de citer n'évoquent pas explicitement l'imagination mais, ils parlent de certaines opérations intellectuelles ou simplement de certaines techniques qui ne se conçoivent pas sans l'intervention, à un moment ou à un autre, de la faculté imaginative. Il y a d'abord *l'intuition* qui permet d'imaginer de nouvelles figures ou de rapprocher des idées éloignées. Ibn al-Haytham la considère comme indispensable, en particulier lorsqu'il n'est plus possible de progresser dans une démonstration par simples implications logiques. Il y a ensuite le procédé de transfert qui consiste à imaginer un nouveau problème ou une nouvelle situation permettant de trouver, plus facilement, une solution au problème initial. Il y a enfin la visualisation du problème posé en imaginant et en réalisant un modèle sensé matérialiser ce problème et permettant de le résoudre d'abord par les procédés de la Physique puis, connaissant le résultat, de le déduire par les démonstrations classiques. Le mathématicien as-Sijzî est le seul à évoquer cette démarche et même à la conseiller. Mais, le silence de ses collègues ne signifie pas du tout qu'elle était absente de leurs méthodes d'investigation. On peut expliquer ce silence par le caractère non orthodoxe de la démarche, aux yeux des puristes médiévaux, ou tout simplement par le fait qu'elle n'intervient pas dans la rédaction finale de la démonstration d'une proposition ou de la

---

49- Ibn Qurra : *Risâla fî kayfa yanbaghî an yuslaka ilâ nayli l-matlûb min al-maâni al-handasiya* [Epître sur la manière de procéder pour obtenir ce qui est demandé au sujet des notions géométriques], Ms. Aya Sofya 4832, ff. Ib-4a.

50- A. S. Saïdan : *Rasâ'il Ibn Sinân,* Koweit, 1983, pp. 67-143.

51- J. P. Hogendijk : *Al-Sijzî's Treatise on Geometrical Problem Solving,* Téhéran, Fatemi Publishing Co, 1996, édition et traduction anglaise (avec une traduction persane par M. Bagheri).

52- A. Djebbar & K. Jaouiche : *Le traité de l'analyse et de la synthèse d'Ibn al-Haytham.* A paraître.

dans le processus de découverte. Aucun des mathématiciens actuels que nous avons interrogés ne nie ce rôle dans ses propres activités de recherche, en particulier dans la phase d'investigation où les idées émergent et connaissent un début d'articulation, et aucun d'entre eux ne pense qu'il a pu en être autrement chez ses prédécesseurs et en particulier chez les scientifiques de la tradition arabe médiévale.

Pourtant, lorsqu'on interroge, sur ce point précis, le corpus mathématique arabe qui nous est parvenu, on ne récolte que quelques allusions de peu d'intérêt scientifique, comme celle de l'astronome Ibn ash-Shâtir qui remercie Dieu de lui avoir *"permis d'imaginer des modèles universels de mouvement des planètes"* ou celle du mathématicien Ibn al-Hâ'im (m. 1412) qui explique, en ces termes, comment Dieu l'a aidé à imaginer une méthode de résolution d'une équation du troisème degré : "J'ai veillé des nuits à son sujet au point où j'ai désespéré d'aboutir à sa résolution (...) et que je l'ai prise comme exemple (...) de ce qu'il n'est pas possible de résoudre par les méthodes algébriques. Et lorsque j'en fus à ce stade, j'ai <de nouveau> concentré ma réflexion sur elle en sollicitant l'aide de Celui qui donne l'intelligence. Et Dieu me facilita <la tâche> en m'inspirant une méthode merveilleuse"[47].

Il est peu probable, à notre avis, d'exhumer un jour une réflexion de chercheur sur la manière dont l'imagination est intervenue pour élaborer une méthode de résolution, un procédé de construction ou une démonstration. Cela n'est pas étonnant lorsqu'on sait qu'il est même arrivé aux mathématiciens de la tradition arabe d'occulter, délibérément, toute une partie d'une démonstration. C'est particulièrement vrai pour les propositions qui ont été établies par le procédé d'*analyse* et de *synthèse.* Un des exemples les plus significatifs et celui du livre de ʿUmar al-Khayyâm sur la résolution géométrique des équations cubiques. Pour chacune des équations non réductibles au second degré, al-Khayyâm exhibe deux courbes coniques, différentes à chaque fois, et il montre, par synthèse, que leur intersection fournit bien la solution de l'équation en question. Mais, à aucun moment, il n'évoque l'analyse du problème, c'est-à-dire la procédure qui lui a permis, en s'aidant de ses acquis mathématiques, de son intuition et de sa faculté imaginative, de trouver les "bonnes" courbes, celles qui répondent exactement au problème étudié"[48].

47- Ibn al-Majdî : *Hâwî l-lubâb,* Ms. Londres, British Museum, Add. 7469, f. 199 a.

48- R. Rashed & A. Djebbar : *L'œuvre algébrique d'al-Khayyâm,* Alep, Université d'Alep, 1981.

En Théorie des nombres, on retrouve la même démarche qui consiste à tenter de substituer, à des objets abstraits, des figures qui se fixent mieux dans l'imagination. Deux exemples illustrent cette démarche : celui des nombres figurés que nous avons déjà évoqués et celui de la tentative de démonstration géométrique, dans le cas n = 3, de la conjecture dite "de Fermat (m. 1665)"[45].

Quant aux chapitres de l'Algèbre qui se sont progressivement éloignés de la Géométrie, ils ont conservé aussi quelques traces de leurs liens originels avec cette discipline, comme on peut le constater avec la présence, dans certains ouvrages maghrébins du XIV^{e} siècle, de représentations géométriques pour les équations du second degré et pour la méthode de double fausse position (utilisée pour la résolution des problèmes aboutissant à des équations du premier degré)[46].

Mais, il est important de préciser deux choses à propos de cette présence de la géométrie dans les trois disciplines évoquées. En premier lieu, on constate que les thèmes qui ont continué à solliciter l'imagination à travers des représentations géométriques sont relativement peu nombreux, comparés à l'ensemble des sujets traités dans le cadre de ces trois disciplines. En second lieu, une lecture, même rapide, des thèmes en question montre que les représentations géométriques y apparaissent plus comme des survivances fossilisées que comme des outils pour stimuler une imagination féconde.

Il nous reste à dire quelques mots à propos des différents niveaux d'intervention de l'imagination dans la tradition mathématique arabe. Le premier niveau est celui de la définition des objets géométriques. Nous avons tenté de montrer comment l'imagination y intervient pour assurer, chez certains auteurs, l'existence des objets à définir. Le second niveau est celui de la justification. Les éléments que nous avons présentés ne concernent qu'un aspect de l'intervention de l'imagination, celui où le mouvement joue un rôle essentiel, et nous ne savons pas encore si cette démarche s'est perpétuée après le XI^{e} siècle.

Mais, il y a un troisième niveau que nous avons évoqué au tout début de cette étude, sans l'avoir réellement traité. C'est celui du rôle de l'imagination

45- Cette conjecture, avancée par des mathématiciens des pays d'Islam dès le X^{e} siècle, affirme qu'il n'existe pas trois nombres entiers vérifiant : $x^3 + y^3 = z^3$. Cf. ABÛ JACFAR : *al-Burhân al-khutûtî <ʿalâ annahû> lâ yumkinun an yujtamaʿa min ʿadadayn muka^{cc} abayn adad mukaʿʿab,* Ms. Oxford, Thurston n°3, f. 140a.

46- Cf., en particulier M. SOUISSI : *Ibn al-Bannâ, Talkhâs ʿamâl al-hisâb* [L'abrégé des opérations du calcul], Tunis, Publications de l'Université de Tunis, 1969, pp. 88-89.

Quelques siècles plus tard, l'astronome Ibn ash-Shâtir (m. 1375) proposera, à son tour, d'autres modèles qu'il dit avoir imaginés et dont il justifie la nécessité et l'utilité de la manière suivante : *"J'ai constaté que les plus éminents des astronomes récents ont émis des doutes indiscutables sur le modèle d'astronomie, bien connu, de Ptolémée. J'ai donc demandé à Dieu, le Tout Puissant, de m'apporter l'inspiration et de m'aider à inventer des modèles qui permettent d'atteindre le but que l'on désire. Et Dieu, qu'Il en soit béni et glorifié, me permit d'imaginer des modèles universels de mouvement des planètes"*[43].

CONCLUSION

Les éléments que nous avons rassemblés dans cette modeste étude ne sont qu'une première illustration de l'intervention de l'imagination dans différents domaines de la tradition mathématique arabe et à différents niveaux. Cela dit, et comme on le constate aisément à la lecture de ces témoignanges, certains domaines n'ont pas été évoqués. Une des raisons de ce fait est bien sûr l'absence de témoignages dans les sources accessibles. Mais, une raison plus essentielle pourrait être liée au contenu des disciplines concernées (en tant qu'ensembles d'objets, d'outils, de démarches et de types de problèmes), contenu qui ne favorise pas l'intervention de l'imagination comme représentation de formes et de "situations" mathématiques. Cela semble avoir été le cas pour la Science du calcul, pour la Théorie des nombres et pour certains chapitres de l'Algèbre.

En Science du calcul, on trouve bien, ici ou là, quelques traces pré-islamiques d'une représentations géométrique d'opérations arithmétiques, comme on peut le voir dans l'ouvrage d'Ibn Tâhir al-Baghdâdî (m. 1037) où ont été reproduits des figures géométriques imaginées par les premiers praticiens pour visualiser les opérations de multiplication et de division[44].

43- O. GINGERIGH ; *L'astronomie en Islam,* Pour la science, Paris, Avril 1986, p. 69. Sur la contribution d'Ibn ash-Shâtir en Atronomie théorique, cf. E. S. KENNEDY & I. GHANEM : *The life and Work of Ibn al-Shâtir, an Arab Astronomer of the fourteenth Century,* Alep, University of Aleppo, 1976, pp. 44-48, 60-68, 93-106.

44- IBN TÂHIR : *at-Takmila fî l-ḥisâb* [La complétion en calcul], A.S. Saidan (édit.), Amman, Manshûrât maᶜhad al-makhtûtât al-ᶜarabiyya, Koweit, 1985, pp. 190-191. Pour une traduction française de ces textes, cf. A. Djebbar : *Le raisonnement géométrique dans la tradition mathématique arabe,* Actes du Colloque International sur *"Le raisonnement géométrique, enseignement et apprentissage"* (E.N.S. de Marrakech 28-30 mai 1997), Marrakech, Imprimerie Walili, 1998, pp. 115-118.

rigoureusement qu'il est impossible, avec le découpage en question, de constituer un seul carré. Cela dit, Abû l-Wafâ, en mathématicien averti, ne prononce pas de condamnation à l'encontre de l'intervention de l'imagination parce qu'il est bien placé, en tant qu'éminent géomètre, pour savoir que cette intervention est courante et parfois décisive.

L'imagination en Astronomie

Il y a, au moins, un domaine de l'Astronomie où, de l'avis même des spécialistes de cette discipline, on ne peut pas se passer de l'imagination. C'est celui des théories planétaires. Déjà, au IIe siècle, Ptolémée avait imaginé des modèles permettant de décrire le mouvement de chaque planète. Mais, ces modèles vont être contestés par les astronomes de la tradition arabe qui vont tenter de leur en substituer d'autres. D'ailleurs, ces efforts visaient plus à satisfaire des exigences philosophiques qu'à se conformer à d'éventuels progrès théoriques ou à de nouveaux résultats de l'observation.

Un des premiers savants arabes à avoir remis en cause les anciens modèles grecs a été le mathématicien Ibn al-Haytham dont les critiques sont exposées dans son traité intitulé *Maqâla fî sh-shukûk ʿalâ Batlamyûs*. Dans cet ouvrage, il montre l'incompatibilité des modèles ptoléméens avec certains fondements philosophiques grecs sans proposer de modèles de substitution(41). Mais, si l'on en croit l'historien AL-BAYHAQÎ (m. 1077), notre savant aurait, dans un ouvrage qui ne nous est pas parvenu, complété sa réflexion en imaginant de nouveaux modèles permettant de mieux représenter les mouvements des différentes planètes visibles à son époque. Voici d'ailleurs un extrait de cet ouvrage tel que nous l'a rapporté al-Bayhaqî : *"Nous avons imaginé des configurations compatibles avec les mouvements célestes. Mais, si nous avions imaginé d'autres configurations, différentes d'elles, également compatibles avec ces mouvements, il n'y aurait eu aucun empêchement à cette imagination, parce qu'il n'a pas été établi de démonstration du fait qu'il est impossible qu'il n'y ait pas, en dehors de ces configurations, d'autres configurations compatibles avec ces mouvements et qui leur correspondent"*(42).

41- S. PINES : *Ibn al-Haitham's Critique of Ptolemy,* Actes du Xe Congrès International d'Histoire des Sciences, Paris, 1964, vol. I, pp. 547-557.

42- AL-BAYHAQÎ : *Târîkh ʿulamâ' al-Islâm,* M.H. Muhammad (édit.), Le Caire, Maktabat ath-thaqâfa ad-dîniya, 1996, pp. 99-100.

justification qu'il s'attribue d'ailleurs explicitement, on peut penser que la technique du découpage et du collage est bien antérieure au IXe siècle et qu'elle faisait partie d'un ensemble de pratiques mathématiques dont le but n'était pas d'élaborer des preuves rigoureuses pour certaines propriétés mais de résoudre des problèmes de construction, en s'aidant de l'observation et de l'imagination.

Cette hypothèse est d'ailleurs confortée par le témoignage d'un autre mathématicien qui a observé la vitalité de ces pratiques géométriques à son époque, c'est-à-dire au Xe siècle, et qui a mis en garde contre les erreurs qu'elles peuvent induire à cause du rôle qu'y jouent l'imagination et la vision, au détriment de la démonstration. Il s'agit d'Abû l-Wafâ' al-Buzjânî (m. 997) qui nous livre la réflexion suivante qui lui a été inspirée par les pratiques, totalement opposées selon lui, des géomètres et des artisans, à propos de la composition de figures géométriques à partir d'autres figures : *"Quant à l'artisan, son but est de trouver ce qui permet la réalisation <de la construction>. La justesse de ce qu'il voit lui apparaît par les sens et l'observation et il ne se soucie pas de la démonstration de ce qui est imaginé (...). Le géomètre, s'il a la démonstration de la chose imaginée ne se soucie pas de la justesse de la chose par l'observation lorsqu'elle n'est pas <totalement> juste".*

Mais, Abû l-Wafâ' va plus loin en montrant, sur des exemples précis, que la démarche des artisans peut aboutir à des erreurs dans la mesure où les constructions qu'ils ont imaginées ne sont pas des solutions géométriquement justes. Un de ces exemples concerne la composition d'un carré à l'aide de trois carrés égaux. Après avoir exposé une des méthodes utilisées par les artisans pour réaliser cette construction, il se propose d'en montrer la fausseté. mais, avant cela, il fait le commentaire suivant où l'imagination apparaît clairement comme une source d'erreur : *"Quant à la figure de ce qu'il a construit, elle est dans l'imagination. Et celui qui n'a pas d'expérience dans l'art de la Géométrie, voit qu'elle est juste et si on en dévoilait <la vérité>, il saurait qu'elle est fausse. Quant au fait qu'il s'imagine qu'elle est juste, c'est à cause de l'exactitude des angles et de la coïncidence des côtés. Les angles du carré sont en effet justes et chacun d'eux est droit. Et à cause de cela, on s'imagine qu'elle est juste (...). Et si les angles sont droits et les côtés rectilignes, chacun s'imagine qu'un carré a été construit à partir de trois carrés"*[40]. Puis il conclut en montrant

40- ABÛ L-WAFÂ : *Kitâb fî ma yuḥtâju ilayhi as-sâniʿ min ʿilm al-handasa* [Livre sur ce dont a besoin l'artisan en science de la Géométrie], S.A. Al-ALi (édit.), Bagdad, Imprimerie de l'Université de Bagdad, 1979, pp. 145-147.

l'imagination ne peut accomplir aucune des actions de l'intelligence et il conclut en prenant l'exemple des mathématiques où, dit-il, *"il y a certaines choses que l'homme, lorsqu'il les considère par son imagination, ne peut nullement se figurer, et qu'au contraire il trouve aussi impossibles pour l'imagination que le serait la réunion des contraires ; et cependant, telle chose qu'il est impossible de s'imaginer, on peut établir, par la démonstration qu'elle existe et en faire ressortir la réalité"*. Puis, il illustre ce propos par l'exemple de l'asymptote et il conclut en ces termes : *"Il est donc démontré qu'il existe des choses qu'on ne peut s'imaginer et qui <non seulement> ne sauraient être comprises par l'imagination, mais lui paraissent même impossibles"*[38].

L'imagination dans les problèmes de construction

Comme nous l'avons laissé entendre dans l'introduction à cette étude, les activités géométriques arabes n'ont pas toutes pour origine le corpus grec. Certaines d'entre elles ont puisé, du moins à leur début, dans un fond local constitué d'un ensemble de pratiques qui étaient probablement enseignées dans des milieux spécialisés, comme celui des artisans et celui des arpenteurs. C'est à cette tradition que l'on pourrait rattacher les problèmes de construction que l'on ne trouve pas dans les *Éléments* d'Euclide (la source géométrique grecque la plus importante qui soit parvenue aux scientifiques des pays d'Islam). Or, une des particularités de cet ensemble de pratiques géométriques est le rôle que l'on fait jouer à la forme visible des objets géométriques et à la possibilité de les imaginer au repos ou en mouvement dans le but de les comparer (par superposition) ou de les dissocier et de les associer pour constituer de nouveaux objets.

Un des premiers mathématiciens qui a évoqué ce type de pratique où se mêlent visualisation des formes et mouvement (et qui nécessite donc l'intervention de l'imagination), est Thâbit Ibn Qurra. Dans une de ses épîtres, consacrée à la généralisation du théorème de Pythagore (VIe s. av. J.C.), il expose une justification "mécanique" du cas classique de ce théorème, en utilisant un procédé basé sur le découpage des figures, leur déplacement et leur collage[39]. Comme Ibn Qurra donne une justification géométrique rigoureuse de ce procédé,

38- MAÏMONIDE : *Le guide des égarés*, S. Munk (trad.), Paris, Verdier, 1979, pp. 208-209.

39- IBN QURRA : *Risâla fî l-ḥujja al-mansûba ilâ Suqrât fî l-murabbaᶜ wa qutrihî* [Epître sur la preuve attribuée à Socrate à propos du carré et de sa diagonale], Ms. Istanbul, Aya Sofya 4832, ff. 40a-42a ; cf. également A.Sayili : Thâbit Ibn Qurra's Generalization of the Pythagorean Theorem, *Isis*, 1960, pp. 35-37.

La première consiste à situer la place de l'imagination par rapport à la démonstration rigoureuse. C'est ce que fait as-Sijzî (X[e] s.) à propos du comportement de l'asymptote à une hyperbole. C'est pour lui un très bon exemple de *"chose difficile à imaginer et à concevoir, alors que la justesse de la preuve empêche l'erreur et le trouble de l'âme dans la connaissance de cela"*[35]. Mais, il va plus loin en proposant une véritable classification des problèmes mathématiques en fonction de la faculté que l'on peut avoir de les imaginer. Il distingue ainsi cinq catégories de propositions : celles dont la perception et l'imagination *"a lieu par la voie des principes philosophiques"*, celles qui *"sont faciles à imaginer sans l'établissement de leurs preuves"*, celles qui *"ne peuvent être imaginées avant l'établissement de leurs preuves"*, celles qui sont *"difficiles à imaginer même si leur preuve a été établie"* et, enfin, celles qui *"ne peuvent pas être imaginées même si la preuve les a établies"*[36].

La seconde démarche tente, au contraire, d'utiliser l'imagination pour justifier des opérations mathématiques concernant les asymptotes; C'est ce que fait al-Qummî (XI[e] s.), dans son épître sur les courbes asymptotes, pour expliciter ce qu'il entend par *"prolongement infini d'une ligne"*. Il dit à ce propos: *"Puis nous la prolongeons jusqu'à l'infini, c'est-à-dire que nous imaginons qu'elle n'aboutit pas à une limite qui empêche son prolongement continuel, selon ce qu'utilisent les gens de cet Art"*[37].

La troisième et dernière démarche, que l'on trouve chez les philosophes de la tradition arabe, consiste à illustrer, par exemple des asymptotes, un discours sur l'imagination. C'est le cas, en particulier, de Maïmonide (m. 1204) qui commence par affirmer que *"l'action de l'imagination n'est pas la même que celle de l'intelligence, mais lui est opposée"*. puis, il montre comment

---

35- As-Sijzī : *Risâla fî amr al-khaṭṭayn...*, Ms. Leide, Or. 14, ff. 226a-b.

36- Pour expliciter sa pensée, As-Sijzî donne les exemples suivants qui illustrent chacune de ces catégories de propositions : *"Quant à la chose qu'il est possible d'imaginer sans preuve, c'est comme le cercle qui coupe le cercle en deux endroits (...). Quant aux choses que l'on peut imaginer avec l'établissement de leurs preuves, c'est comme la surface égale à la surface <qui> lorsque la longueur de l'une des deux augmente par rapport à celle de l'autre, la largeur de l'une des deux diminue par rapport à celle de l'autre. Quant à la chose que l'on peut imaginer après l'avoir démontrée, c'est comme l'égalité des angles du triangle. Quant aux choses qu'il est difficile d'imaginer après l'établissement de la justesse de leur preuve, c'est comme les propriétés des figures difficiles (...) comme <c'est le cas> pour cette propriété évoquée <de l'asymptote>"*. Cf. As-Sijzî : *Risâla fî amr al-khaṭṭayn..., op, cit.*, ff. 226 b.

37- Ibn Kushna : *Risâla fî imkân wujûd al-khaṭṭayn al-ladhayn yaqtaribân abadan wa lâ yaltaqiyân, op. cit.*, f. 229 a.

géométrique semblable, celle de la droite asymptote à une courbe conique qui, en se rapprochant indéfiniment de sa courbe, donne l'impression qu'elle finira par la rencontrer, ce qui est contredit par la démonstration [32].

L'imagination dans la Géométrie des coniques

At-Tûsî n'est pas le premier savant à avoir évoqué les asymptotes à une courbe en relation avec le rôle de l'imagination. Comme on va le voir, ce problème a intéressé un certain nombre de mathématiciens et de philosophes de la tradition arabe médiévale. Il intéresse également notre propos car l'imagination a été un élément essentiel dans certains commentaires inspirés par l'étude de ces lignes particulières.

Au vu des textes qui nous sont parvenus et qu'il nous a été possible de consulter, on peut dire qu'il y a eu deux manières de traiter cette question des asymptotes ou tout au moins deux aspects dans son traitement. Un premier aspect, strictement technique, a concerné les propriétés mathématiques de ces lignes. Parmi les études qui nous sont parvenues sur ce sujet et qui se sont limitées à ce seul aspect de la question, on peut citer celles de Sharaf ad-Dīn at-Tûsî (m. 1213), celle d'Ibn al-Haytham et celle d'un Anonyme dont l'épître a été traduite en latin au XIII^{e} siècle[33]. Ces travaux ne s'écartent pas de la problématique posée par la proposition 4 du Livre II des *Coniques* d'Apollonius (III^{e} av. J.C.) concernant la démonstration géométrique de la nécessité pour l'asymptote à une branche de l'hyperbole de se rapprocher indéfiniment de la courbe sans jamais la rencontrer[34].

Le second aspect, que l'on trouve à la fois chez des mathématiciens et chez des philosophes, concerne la notion de l'infini qui est induite par la possibilité de ces lignes de se rapprocher l'une de l'autre sans jamais se rencontrer. C'est là où l'imagination et évoquée ou sollicitée, selon trois démarches bien distinctes.

32- K. Jaouiche : *La théorie des parallèles en pays d'Islam, op. cit.,* pp. 202-203.

33- M. Clagett : A Medieval Latin Translation of a short Arabic Text on the Hyperbola, *Osiris,* 11 (1954), pp. 359-385. At-Tusi : *Œuvre,* R. Rashed (édit.), Paris, 1986, vol. 1, pp. 5-15 ; vol; 2, pp. 129-139. Pour Ibn al-Haytham, Cf. F. Sezgin : G.A.S., *op. cit.,* p.373.

34- Apollonius : Les coniques, P. Ver Eecke (trad.), Paris, Blanchard, 1959, pp. 130-131. La proposition s'énonce ainsi : *"Les asymptotes et la section, prolongées à l'infini, se rapprochent toujours davantage les unes de l'autre, et elles en arrivant à un intervalle moindre que tout intervalle donné".*

qualifie de procédés *"sans absolument aucun lien avec la Géométrie"*[28]. Il est suivi dans ces critiques par Nasîr ad-Dîn at-Tûsî (m. 1274) pour qui les initiatives d'Ibn al-Haytham *"font apparaître l'incohérence de son discours, la confusion qu'il fait entre deux arts différents, son manque de compétence dans la science dans laquelle on corrige les pricipes de la Géométrie, ainsi que son manque d'expérience dans la manière de corriger les fondements d'une science"*[29].

Malheureusement, aucun de ces auteurs n'a eu accès au *Musâdarât* et ils n'en ont connu que le résumé inséré par Ibn al-Haytham dans son *Livre sur la résolution des doutes <des Éléments> d'Euclide*[30]. Ce résumé reprend bien l'essentiel de ce qu'il avait exposé dans les *Musâdarât* sur le mouvement, mais il n'évoque pas le rôle de l'imagination. La critique des deux mathématiciens porte donc essentiellement sur l'initiative d'Ibn al-Haytham d'avoir osé définir des objets géométriques à l'aide du mouvement, ce qui allait à l'encontre de l'enseignement d'Aristote qui disait, explicitement, à un endroit de la *Métaphysique* que *"les choses mathématiques rentrent dans la classe des êtres sans mouvement"* et, à un autre endroit, que *"La Mathématique est une science théorétique et qui traite d'êtres immuables"*[31].

Cela dit, et sans connaître le rôle qu'a fait jouer Ibn al-Haytham à l'imagination dans son commentaire des *Musâdarât*, at-Tûsî met en garde le lecteur, à propos des deux droites du cinquième postulat, contre le recours à l'imagination seule pour acquérir une "conviction" mathématique. Il dit en effet ceci : *"Si quelqu'un s'imaginant que ces deux droites, par suite de l'inclinaison de l'une vers l'autre, se rapprochent <l'une de l'autre> quand elles s'éloignent considérablement de leur base et tendent à se recontrer, juge qu'elles se rencontrent <effectivement> en négligeant de donner la raison d'un tel jugement, comptant sur l'intuition de l'apprenant, il commettrait une erreur contre ce qui a été prouvé par les règles philosophiques et attesté par les lois mathématiques"*. Et, pour illustrer son propos, il évoque une situation

---

29- AT-TÛSÎ : *ar-Risâla ash-shâfiya 'an as-shakk fî l-khutût al-mutawâziya* [l'épître qui délivre du doute relatif aux lignes parallèles] ; in K. Jaouiche : *La théorie des parallèles en pays d'Islam, op. cit.*, p. 204.

30- AL-KHAYYÂM ne se réfère qu'au *Shukûk* d'IBN AL-HAYTHAM alors qu'AT-TÛSÎ dit explicitement ne pas avoir eu accès aux *Musâdarât.*

31- ARISTOTE : *Métaphysique,* J. TRICOT (trad.), Paris, Vrin, 1940, 989b 32 ; 1064a 31-32.

l'imagination avant le mouvement du point, elle le devient après le mouvement du point. Et si elle devient manifeste pour l'imagination après avoir été inimaginable, c'est qu'elle s'est produite dans l'imagination"(25).

Il faut préciser que la démarche d'Ibn al-Haytham, consistant à solliciter l'imagination pour justifier et expliciter une définition euclidienne, s'inscrit en fait dans une conception plus large du rôle qu'il assigne à l'imagination dans l'existence d'objets géométriques. Il s'en explique d'ailleurs longuement dans *Kitâb fî hall shukûk kitâb Uqlîdis* (26) en développant, avec précision, ses idées sur la sensations et l'imagination et sur leurs rôles respectifs en Géométrie. On peut même conjecturer que cette démarche originale en mathématique n'est que la conséquence logique d'une longue pratique en Physique puisque Ibn al-Haytham a été un spécialiste de l'Optique géométrique à laquelle il a consacré une œuvre majeure (27). C'est probablement cette double spécialisation (sans parler de celle qu'on lui reconnaît également en Astronomie) qui l'a amené, non seulement à dépasser le cloisonnement, parfois étanche, entre les disciplines dites théoriques et celles qui traitent des objets du monde sensible mais, surtout, à combiner les instruments et les notions des deux domaines en les rendant complémentaires.

Nous ne savons pas si ces initiatives, peu orthodoxes au regard des conceptions de la philosophie grecque des mathématiques (dominantes à l'époque), ont provoqué, en leur temps, des commentaires ou des polémiques. Tout ce que nous pouvons affirmer, à l'heure actuelle, c'est que la première réaction hostile connue est de la fin du XI^{e} siècle ou du début du XII^{e}. Il n'est d'ailleurs pas étonnant qu'elle soit le fait d'un mathématicien aux convictions aristotéliciennes très affirmées, qui n'est autre que ᶜUmar al-Khayyâm (m. 1131). Dans son *Epître sur l'explication des prémisses problématiques d'Euclide,* il s'insurge contre les initiatives d'Ibn al-Haytham à propos du mouvement et les

25- *Op. cit.*, p. 88.

26- IBN AL HAYTHAM : *Kitâb hall shukûk Uqlîdis fî l-usûl wa sharḥ maᶜânîh, op. cit.*, pp. 2-37.

27- Il faut d'ailleurs signaler qu'à différents endroits de son Traité d'Optique, Ibn al Haytham traite de l'imagination et de ses liens avec la vue. Cf. IBN AL-HAYTHAM : *Kitâb al manâzir,* A. Sabra (édit.), Koweit, 1983. II. 4, ff. 136a-144a. Il serait d'ailleurs très intéressant de faire une étude comparative de son discours de physicien sur les facultés sensorielles et de sa manière d'introduire ces mêmes facultés et en particulier l'imagination, dans des développements purement mathématiques.

28- AL-KHAYYÂM : *Risâla fî sharḥ mâ ashkala min muṣadarât Kitâb Uqlîdis* [Epître sur l'explication des prémisses problématiques du Livre d'Euclide], A. Sabra (édit), Alexandrie, 1961, pp. 6-7.

aucun moyen de se représenter ce qui n'est pas fini car tout ce qu'on peut représenter est fini". Or, ajoute-t-il *on ne peut affirmer qu'il existe deux droites qui, prolongées à l'infini des deux côtés, ne se rencontrent pas, qu'après avoir indiqué le moyen par lequel il peut exister des lignes droites qui aient cette propriété et <après que> celui qui imagine ait pu juger que si elles sont prolongées indéfiniment elles conservent cette position".* Puis il décrit le procédé par lequel il fait exister deux droites parallèles : il s'agit à chaque étape d'imaginer des segments de droites mis bout à bout puis une perpendiculaire à ces segments soumise à un mouvement *"non composé de mouvement et non composé de mouvement et de repos, mais un mouvement unique, non combiné à un autre et continu".* L'extrémité de la perpendiculaire engendrera alors une ligne droite qui sera la parallèle à la première droite.

Cette combinaison étroite de l'imagination (qui permet la représentation des objets finis) avec le mouvement (qui permet d'étendre cette représentation à des objets infinis), transparaît d'abord au niveau de la terminologie utilisée par Ibn al-Haytham dans les textes qu'il a consacrés à ce sujet. Il est ainsi très révélateur de constater que, dans son *Kitab fi hall shukuk Kitab Uqlidis* les cinq pages manuscrites qui traitent de la définition 23 du Livre I des *Éléments*, contiennent 28 fois l'une ou l'autre forme liée au mot *takhayyul* [imagination] et pas moins de 104 fois l'une ou l'autre forme liée au mot *haraka* [mouvement][23]. Mais tout aussi révélatrice est son utilisation du vocabulaire de la Physique dans ses définitions mathématiques. On y trouve en effet les termes de *mobile*, de *temps*, de *distance parcourue*[24], de *mouvements semblables.*

L'imbrication étroite de l'imagination et du mouvement se révèle aussi et surtout, chez Ibn al-Haytham, dans sa conclusion à la construction d'une droite illimitée où il lie étroitement l'existence d'une droite infinie avec la possibilité, pour l'imagination, de se la représenter comme résultat du mouvement rectiligne uniforme. Il dit en effet ceci : *"Et si cette ligne n'est pas manifeste pour*

23- *Op. cit.*, pp. 87-91.

24- Le passage suivant illustre bien la démarche de notre mathématicien : *"Si donc deux points se meuvent de deux mouvements semblables, alors ils engendrent deux lignes semblables. Et si le temps des deux mouvements est le même ou ce sont deux temps égaux, alors les deux droites engendrées sont non seulement semblables mais égales car deux mobiles qui se meuvent de deux mouvements égaux sont des mobiles qui parcourent deux distances égales en un même temps ou en deux temps égaux".* Cf. K. JAOUICHE : *La théorie des parallèles en pays d'Islam, op. cit.*, p. 151.

nécessité d'introduire en Géométrie, par l'imagination, le mouvement d'un objet donné soit pour définir de nouveaux objets, comme c'est le cas pour le cercle qui est engendré par la rotation d'un segment fixe à une de ses extrémités, soit pour appliquer un objet sur un autre, comme pour les figures qui doivent être comparées[19]. Mais Thabit laisse entendre que même si le mouvement se fait par l'imagination, il peut s'avérer nécessaire d'introduire des éléments supplémentaires qui assurent la non-déformation des objets lorsqu'ils auront été soumis à un mouvement par l'imagination. C'est précisément le cas à propos du tracé d'une droite infinie pour laquelle il est nécessaire, selon Thabit, d'imaginer un corps solide en mouvement, qui conserve sa forme en se mouvant. Dans ce cas, dit-il *"Chaque point d'un corps solide que nous imaginons mû en totalité dans une seule direction d'un mouvement un, simple et rectiligne, se meut en ligne droite et trace, en se déplaçant, une ligne droite sur laquelle il passe"*[20].

Dans son livre, intitulé *Sharh musadarat Uqlidis* [Explication des prémisses "du livre" d'Euclide], Ibn al-Haytham poursuit la démarche de Thabit Ibn Qurra en justifiant sa validité et en la simplifiant. Comme, pour lui, la possibilité de représenter ou d'imaginer un objet mathématique semble être la condition de l'existence de cet objet[21], toute son argumentation, pour justifier la définition euclidienne des droites parallèles, va consister à élaborer *"le moyen par lequel il peut exister des lignes droites qui aient cette propriété et <par lequel> celui qui imagine peut juger que si elles sont prolongées indéfiniment elles conservent cette position"*[22].

Il commence d'abord par faire remarquer que la propriété pour deux droites infinies de ne pas se rencontrer *"n'est pas représentable puisqu'un accroissement constant appartient à l'espèce de ce qui est fini et qu'il n'existe*

19- Dans son deuxième opuscule sur le postulat des parallèles, Ibn Qurra dit : *"Plusieurs principes de démonstration des propositions et théorèmes de la géométrie qui ont besoin d'être démontrés se ramènent à l'utilisation de l'opération que nous avons mentionnée : je veux dire le déplacement de l'un des deux objets dont l'un est mesuré par l'autre, son élévation de l'endroit où il se trouve et son déplacement dans notre imagination sans que le mouvement lui fasse changer de forme"*. Cf. K. JAOUICHE : *La théorie des parallèles en pays d'Islam, op. cit.*, p. 151.

20- *Op. cit.*, p. 153.

21- Il dit en effet, à propos de la définition de deux segments parallèles : *"Pour ce qui est de se représenter deux droites situées dans une seule étendue plane et qui, si elles sont prolongées jusqu'é une certaine limite, de chacun des deux côtés, ne se rencontrent pas, cela est possible"*. *Op. cit.*, p. 87.

22- *Op. cit.*, p. 87.

plus loin dans le fameux cinquième postulat[16]. C'est la présence de l'infini, explicitement dans la définition, et implicitement dans le postulat qui va soulever des problèmes et permettre l'intervention de l'imagination à la fois pour justifier l'utilisation du mouvement et pour assurer la réalisation de certaines opérations géométriques.

Contrairement au contenu de la définition 23, celui du postulat est facile à concevoir, à visualiser et à imaginer. C'est pourtant lui qui va faire couler le plus d'encre et qui va même provoquer des polémiques entre certains mathématiciens de la tradition arabe[17]. Un des aspects de cette polémique, qui est le moins intéressant pour nous ici, concerne la nécessité ou non de démontrer rigoureusement le postulat ou de lui substituer un postulat plus "acceptable". Le second aspect de la polémique porte sur les outils utilisés dans certaines tentatives arabes de démonstration de ce postulat et, surtout, sur les présupposés philosophico-mathématiques qui les sous-tendent.

L'élément principal de la controverse concerne en fait la manière de réaliser effectivement les droites qui interviennent dans la définition 23 du Livre I des *Éléments*. Dans cette définition, il s'agit de concevoir d'abord le prolongement illimité d'une droite puis celui de deux droites devant rester parallèles. C'est la difficulté de se représenter le prolongement et le parallélisme a l'infini qui va favoriser l'élaboration de réflexions originales sur le rôle de l'imagination. Sur cette question, nous disposons de deux textes dont l'importance ne tient pas seulement à l'intervention de l'imagination dans la réalisation de ce qui est défini mais aussi et surtout dans la remise en cause implicite de certaines conceptions philosophiques grecques à propos des objets géométriques.

Le premier texte est celui de Thabit Ibn Qurra (m.901). Il est intitulé *Opuscule sur le "fait" que si les deux lignes "droites" sont menées suivant deux "angles" inférieurs à deux droits elles se rencontrent*[18]. L'auteur y explique la

---

16 - Selon ce postulat : *"Si une droite tombant sur deux droites fait les angles intérieurs, et du même côté, plus petits que deux droits, les deux droites, indéfiniment prolongées, se rencontrent du côté où sont les angles plus petits que deux droits"*. Cf. B. VITRAC : *Euclide, les Éléments, op. cit.*, p. 175.

17 - K. JAOUICHE : *La théorie des parallèles en pays d'Islam*, Paris, Vrin, 1986 ; B. A. ROSENFELD & A. P. YOUSCHKEVITCH : *The Theory of Parallels in the Arabic Literature of the 9-14 th Centuries*, S. CHALHOUB & K. N. ʿAbdul-Rahmân (édit. & trad.), Alep, Matbaʿat Jâmiʿat Halab, 1989.

18 - K. JAOUICHE : *La théorie des parallèles en pays d'Islam, op. cit.*, pp. 151-160.

C'est le même type d'argumentation qu'il fournit pour justifier la définition euclidienne de l'angle plan et celle du cercle[13] sauf qu'à cette occasion il précise un peu plus sa pensée en affirmant d'abord que *"l'existence de l'ensemble des notions mathématiques a lieu dans la faculté imaginative seulement"* puis en introduisant une classification des choses existantes selon que cette existence est assurée par la sensation ou par l'imagination[14].

Imagination, mouvement et infini géométrique

La Géométrie arabe repose d'abord sur les Éléments d'Euclide. Or, le mouvement est présent à plusieurs endroits de cet ouvrage et sa présence a posé des problèmes à certains mathématiciens et a donné des idées à d'autres. Comme on va le voir, les premiers vont rejeter le mouvement, au nom de principes philosophiques et les seconds vont, au contraire renforcer son rôle en l'intégrant en quelque sorte à l'activité imaginative du mathématicien. Quant à l'infini, il se manifeste d'abord au tout début du Livre I, plus précisément dans la définition 23, c'est-à-dire celle qui concerne les droites parallèles[15]. Il réapparaît un peu

---

= et tout ce qui est imaginé est fini. Donc toute ligne imaginée est finie. Et comme Euclide parlait en fait des lignes imaginées et que les lignes imaginées sont finies, le propos d'Euclide concerne donc les lignes finies. C'est pourquoi son propos est général, je veux dire, lorsqu'il dit' et les deux extrémités de la ligne sont deux points', il veut <dire> que <pour> toute ligne imaginée finie, ses deux extrémités sont deux points".

13 - Selon *Euclide* : *"Un angle plan est l'inclinaison, l'une sur l'autre, dans un plan, de deux lignes qui se touchent l'une l'autre et ne sont pas placées en ligne droite"* et *"Un cercle est une figure plane contenue par une ligne unique par rapport à laquelle toutes les droites menées à sa rencontre à partir d'un unique point parmi ceux qui sont placés à l'intérieur de la figure, sont égales entre elles"*. Cf. B. VITRAC : *Euclide, les Éléments,* vol. 1, *op. cit.*, pp.158, 162.

14 - IBN AL HAYTHAM : *Kitâb hall shukûk Uqlîdis..., op.cit.*, pp. 18-21. Sur la notion d'angle, il dit ceci : *"La chose qui advient de l'inclinaison des deux lignes est une image conçue et imaginée qui advient dans le plan qui contient les deux lignes (...). L'angle est donc conçu et imaginé; et si l'angle est conçu et imaginé, il existe"*. A propos de la définition du cercle, il fait le commentaire suivant : *"Les <choses> existantes se divisent en deux parties : l'existant par le sens et l'existant par l'imagination et la spécification, Et l'existant véritable est l'existant par l'imagination et la spécification. Et l'existant par l'imagination existe d'une manière véritable parce que l'image qui advient dans l'imagination d'une manière véritable et elle ne devient impossible et ne change que par le changement de celui qui l'imagine. Et le cercle qu'a évoqué Euclide est une image imaginée et non sentie. Et si c'est ainsi, le cercle existe"*.

15 - La définition 23 dit ceci : *"Des droites parallèles sont celles qui, étant dans le même plan et indéfiniment prolongés de part et d'autre, ne se rencontrent pas, ni d'un côté ni de l'autre"*. Cf. B. VITRAC : *Euclide, les Éléments,* traduction française, vol. 1, Livre I à IV, Paris, Presses Universitaire de France, 1990, p.166.

La première de ces réponses concerne la définition du point [9]. Après avoir longuement expliqué que le géomètre n'est pas tenu de donner des définitions qui répondent au canon des philosophes (c'est à dire en termes de *genre* et de *différence*), il adopte une voie médiane en proposant l'explication suivante qui, selon lui, répond à la fois aux exigences du philosophe et aux préoccupations du mathématicien : "*Quant à l'existence de la quiddité (...), il a été montré dans* "le livre" des explications des prémisses, *que les grandeurs mathématiques, qui sont le solide, le plan et la ligne, existent dans l'imagination et leur existence a lieu par leur extraction des corps sensibles. Et si les grandeurs mathématiques existent dans l'imagination, les lignes existent donc dans l'imagination ; et les lignes existent dans l'imagination selon toutes les positions qu'il est possible d'imaginer. Il est donc possible, sans ambiguïté, que les lignes puissent être imaginées se coupant. Et il est clair que, pour deux lignes qui se coupent, l'endroit de l'intersection est concevable et imaginable, sans obstacle à son imagination. Et l'image de l'intersection est concevable sans ambiguïté et c'est l'endroit commun aux deux lignes qui se coupent*"[10].

La seconde réponse concerne la critique de la définition des extrémités d'une ligne [11]. A ceux qui disent qu'Euclide a donné une définition générale qui ne s'applique ni aux lignes infinies (droites ou courbes) ni aux cercles, Ibn al-Haytham répond en réaffirmant le rôle essentiel de l'imagination dans l'existence des objets géométriques et, après un long développement, il en déduit la finitude des lignes évoquées dans la définition d'Euclide et donc la validité et le caractère général de cette définition[12].

9 - Selon Euclide : "*Le point est ce dont il n'y a aucune partie*". Cf. B. Vitrac : *Euclide, Les Eléments,* vol. 1, *op. cit.*, p. 151.

10 - Ibn Al Haytham : *Kitâb hall shukûk Uqlîdis fî l-usûl wa sharh macânîh* [Livre sur la résolution des doutes des Éléments d'Euclide et l'explication de ses notions], Ms. Istanbul, Bibliothèque de l'Université, n° 800. In Fac simile, F. Sezgin (édit.), Frankfurt, 1985, pp.6-8.

11 - Selon Euclide : "*Les limites d'une ligne sont des points*". Cf. B. Vitrac : *Euclide, Les Eléments,* vol. 1, *op. cit.*, p. 153.

12 - Ibn Al Haytham : *Kitâb hall shukûk Uqlîdis..., op.cit.*, pp. 9-10. Voici le passage en question: "*Nous disons, en réponse à ce doute, qu'Euclide a, en fait, parlé des lignes qui existent dans l'imagination. Et toute ligne parmi les lignes droites et courbes qui existent dans l'imagination est finie parce que, ce qui, parmi les droites, est infini ne se figure pas dans l'imagination. Et si elle est figurée dans l'imagination et que l'imagination s'en empare, ce qui est imaginé d'elle est une partie parce que l'imagination n'appréhende pas sa totalité parce qu'elle n'a pas de totalité. Car la totalité existe pour ce qui est limité par des fins. Et ce qui n'a pas de fin n'a pas de totalité ; et ce qui n'a pas de totalité ne peut être imaginé. Et si celui qui imagine n'appréhende pas la totalité de la chose qu'il imagine, ce qui est imaginé est sa partie (...).=*

Les activités mathématiques arabes vont se développer à la fois dans le cadre des disciplines que nous venons d'évoquer et dans des domaines nouveaux. Certaines de ces orientations nouvelles sont restées sous forme de chapitres dans des disciplines anciennes, comme ce fut le cas pour l'Analyse combinatoire et la construction des carrés magiques vis-à-vis de la Théorie des nombres. D'autres ont fini par s'autonomiser pour devenir, à leur tour, de nouvelles disciplines, comme cela a eu lieu pour l'Algèbre qui s'est détachée de la Science du calcul ou pour la Trigonométrie qui a fini par se dégager de l'Astronomie.

Mais, pour le sujet qui nous intéresse ici, on se rend compte, à la lecture des documents qui nous sont parvenus, que toutes ces activités peuvent être regroupées en deux grandes catégories : celles qui, à un moment ou à un autre font appel à une représentation figurée, comme la Géométrie du plan et de l'espace, la Trigonométrie, l'Astronomie théorique et certains chapitres de l'Algèbre (dans les premiers siècles de l'histoire de cette discipline), et celles qui réussissent, la plupart du temps, à se passer de cette représentation, comme la Science du Calcul et la Théorie des nombres.

LES DIFFÉRENTS TYPES D'INTERVENTION DE L'IMAGINATION DANS LES DISCIPLINES MATHÉMATIQUES ARABES

Imagination et géométrie euclidienne

Les mathématiciens de la tradition arabe ont tous utilisé les objets géométriques définis par Euclide dans les Éléments. Mais, ils n'ont pas tous accepté le contenu de ces définitions. C'est ainsi que, très tôt, certains d'entre eux, ont émis des "doutes" sur la clarté, la précision ou même la validité de telle ou telle formulation. Sans nous donner des informations sur leurs auteurs, le grand mathématicien Ibn al-Haytham (m.1039) s'est attaché à rassemnbler toutes ces critiques et à tenter d'y répondre, soit en justifiant les formulations d'Euclide, soit en proposant d'autres, jugées par lui plus satisfaisantes. Parmi les nombreuses réponses que renferme l'important traité qu'il a consacré à ces "doutes", certaines font intervenir l'imagination aux côtés d'autres facultés, telles que la sensation et la spécification. Comme il n'est pas possible de reproduire, ici, tous les extraits où l'imagination est sollicitée d'une manière décisive, nous nous contenterons de résumer l'argumentation d'Ibn al-Haytham en l'illustrant par quelques citations.

C'est en fait un troisième domaine qui a permis une intervention indirecte de l'imagination en Théorie des nombres. Il s'agit de l'Arithmétique dite "pythagoricienne"dont il nous est parvenu un important chapitre, celui des nombres figurés. La représentation géométrique de ces nombres, à l'aide de points et de polygones (triangles, carrés, pentagones, etc.) est le témoin d'une époque très ancienne (V^{e} s. av. J.C.) où les objets mathématiques étaient appréhendés d'une manière concrète. D'ailleurs, les premiers scientifiques des pays d'Islam vont étudier le contenu de ce domaine selon les démarches anciennes, c'est-à-dire en conservant l'approche pseudo-géométrique qui sollicite l'imagination. Il faudra quelques siècles et des évolutions qualitatives dans la pratique mathématique pour que ce chapitre de la Théorie des nombres perde sa spécifité géométrique.

Nous n'évoquerons pas, dans cette étude, la tradition scientifique indienne car, contrairement à celles des Grecs, les démarches mathématiques qui s'y rattachent et qui sont parvenues aux scientifiques des pays d'Islam sont essentiellement algorithmiques. En tant que telles, elles ne réservent aucune place à l'imagination, même si son intervention est concevable au niveau de leur élaboration ou de leur justification, en particulier pour les problèmes de nature géométrique. Or, nous avons de bonnes raisons de croire que les écrits scientifiques indiens qui ont pu contenir des justifications géométriques ou des constructions ne sont pas parvenus aux premiers scientifiques des pays d'Islam et même à ceux qui leur ont succédé[8].

Quant aux pratiques locales, en plus de leurs démarches algorithmiques, qui s'apparentent à celles des savants de l'Inde (en particulier en Algèbre), elles se distinguent de celles des deux traditions précédentes par une démarche qu'il est convenu d'appeler *monstration* (par opposition à la *démonstration* qui est sensée être strictement hypothético-déductive). Cette démarche vise à établir des propriétés ou à réaliser des constructions en faisant intervenir d'une manière essentielle, et parfois exclusive, les formes des objets géométriques, leur positionnement les uns vis-à-vis des autres et leur déplacement, toutes choses qui favorisent l'intervention de l'magination dans l'une ou l'autre des étapes de la procédure d'établissement d'une propriété ou de réalisation d'une construction.

8 - Le mathématicien al-Birûnî (m. 1058) qui a été, parmi les savants des pays d'Islam, le meilleur connaisseur de la tradition mathématique indienne, n'évoque aucune contribution de cette tradition dans les domaines qui étaient susceptibles de favoriser l'intervention de l'imagination, comme les fondements et les démonstrations géométriques.

qui interviennent avec elle dans le processus d'élaboration de création ou de découverte. Il n'est donc pas étonnant que ce soit au contact des différentes branches de cette discipline que les mathématiciens de la tradition arabe aient eu une première expérience de l'intervention directe ou indirecte de l'imagination.

C'est ainsi le cas pour la Géométrie euclidienne et, surtout, pour les prémisses qui la fondent et qui sont exposées, sous forme de définitions et de postulats, dans différents chapitres des *Eléments*. Parmi ces prémisses, certaines font intervenir implicitement l'infini, comme la définition des droites parallèles ou le fameux cinquième postulat concernant ces mêmes droites. D'autres utilisent le mouvement, comme dans les définitions de la sphère, du cône et du cylindre. Nous reviendrons d'ailleurs, plus loin, sur certains aspects de ces fondements et sur les âpres débats qu'ils ont suscités parmi la communauté des mathématiciens de la tradition arabe[5].

En Théorie des nombres, qui est la seconde grande discipline héritée des Grecs, un premier domaine, celui de l'Arithmétique nicomaquienne (qui étudie les propriétés des nombres entiers et de certaines de leurs suites), utilise la démarche inductive[6]. Le second domaine, celui de l'Arithmétique euclidienne (correspondant aux Livres VII, VIII et IX des *Éléments* d'Euclide) n'utilise que les démarches déductives[7]. A cause de la nature des objets mathématiques qui y sont manipulés, ces deux domaines ne favorisent pas tellement l'intervention de l'imagination. D'ailleurs, contrairement à ce que l'on observe dans d'autres domaines, les textes arabes connus qui se rattachent à ces deux traditions, n'évoquent à aucun moment l'intervention de l'imagination dans l'énoncé et dans l'établissement des propositions.

---

5 - Pour les droites parallèles, cf. B. Vitrac : *Euclide, Les Eléments*, Paris, Presses Universitaires de France, vol. I, 1990, pp. 166, 175. Pour les défінbitions des figures solides, cf. Th. Heath : Euclid, The Thirteen Books of the Elements, vol. 3 pp. 261-262.

6 - Que les mathématiciens arabes appellent *Istiqrâ'*. C'est l'ancêtre du raisonnement par récurrence dans la mesure où il en adopte la démarche globale, sans la formulation générale et, surtout, sans l'axiomatique sous-jacente. La source grecque de ce chapitre de Théorie des nombres est l'Introduction arithmétique de NICOMAQUE (IIe s.) qui a été traduite du grec à l'arabe par Thâbit Ibn Qurra au IXe siècle. Cf. NICOMAQUE : *L'introduction arithmétique*, J. BERTIER (trad.), Paris, Vrin, 1978 ; IBN QURRA ; *Kitâb al-Mudkhal ilâ ʿilm al-ʿadad* [Le livre de l'introduction à la science du nombre], W. Kutsch (édit.), Beyrouth, Imprimerie Catholique, 1958 ;

7 - B. VITRAC : *Euclide, Les Eléments*, vol. 2, 1994, *op. cit.*

Partant de là, nous nous proposons de présenter, à travers quelques exemples, les différents types d'intervention de l'imagination (en relation avec d'autres facultés) dans des textes mathématiques arabes produits entre le IXe et le XVe siècle. Ces interventions concernent des prémisses (c'est-à-dire des axiomes, des postulats et des définitions), des démonstrations de théorèmes, des constructions de problèmes et des algorithmes de calcul. Dans le même temps, nous évoquerons certaines réflexions de mathématiciens à propos de l'imagination, de son rôle, de son utilité ou de sa nocivité, comme procédé de justification de l'existence d'objets géométriques, comme faculté de représentation et de manipulation de ces objets ou comme outil d'investigation pour la recherche de solutions de certains problèmes.

L'IMAGINATION DANS L'HÉRITAGE MATHÉMATIQUE ARABE PRÉ-ISLAMIQUE

Afin de mieux cerner les domaines mathématiques où l'imagination a pu être sollicitée et ceux où elle a pu faire l'objet de réflexions ou de commentaires, il nous a semblé utile de dire quelques mots sur les sources de la tradition arabe et sur leurs caractéristiques. En effet, le contenu de ces sources, comme ensemble de résultats, mais aussi et surtout comme méthodes et démarches, a profondément marqué la pratique des mathématiciens des pays d'Islam et a influé sur les orientations essentielles de leur production scientifique.

Cette pratique s'est nourrie, à tarvers les traductions des VIIIe-Xe siècles, des sources grecques (Géométrie, Théorie des nombres, Astronomie) et indiennes (Calcul, Astronomie). Elle a également récupéré un ensemble de savoir-faire local (géométrique, arithmétique et algébrique), non écrit, mais dont la transmission (enrichie de nouveaux apports) ne s'est pas interrompue depuis l'époque babylonienne.

Au-delà de la richesse et de la diversité de leurs contenus respectifs, ces traditions préislamiques se caractérisent par des démarches mathématiques spécifiques qui ont plus ou moins favorisé l'intervention des facultés sensorielles (par opposition aux facultés strictement intellectuelles).

Dans la Géométrie grecque, qu'elle soit dans le plan ou dans l'espace, qu'elle soit euclidienne, archimédienne ou apollonienne, les démarches sont hypothético-déductives. Mais à cause de la nature des objets étudiés et des outils utilisés, elles sollicitent souvent l'imagination et les facultés

d'une longue phase d'enseignement de notions qui ont eu besoin de l'imagination dans leur élaboration, dans leur mise en forme et parfois même dans leur présentation.

Dans la même optique, les témoignages de certains mathématiciens contemporains nous ont été utiles pour mieux cerner les aspects psychologiques du problème et nous les avons sollicités pour interpréter le silence des savants arabes du moyen âge[3]. Il est possible de le faire sans que soit introduit un quelconque anachronisme dans la mesure où notre démarche (à vrai dire inhabituelle en histoire des sciences) ne concerne pas les outils et les résultats de la pratique scientifique de l'époque, mais uniquement le processus par lequel des outils ont été utilisés et les résultats obtenus. Si nous nous sommes autorisé cette démarche, c'est en partant du constat suivant (sur le quel s'accorde un certain nombre de chercheurs que nous avons interrogés)[4] : si les Mathématiques constituent l'un des domaines scientifiques qui a le plus progressé au niveau de l'élaboration des outils, des méthodes et des résulats, il est aussi parmi ceux dont le processus d'élaboration des concepts a le moins évolué depuis la publication des *Éléments* d'Euclide (IIIe s. av. J.C.).

La seconde démarche est celle qui consiste à ne pas isoler l'imagination des autres facultés qui interviennent, en étroite relation avec elle, dans le processus complexe de l'apprentissage et de l'investigation en Mathématique. Nous aurons donc à évoquer aussi, soit à travers la pratique des mathématiciens soit à travers leurs discours sur cette pratique, les facultés ou les processus qui précèdent, qui accompagnent ou qui prolongent l'imagination, c'est-à-dire (pour prendre les formulations des philosophes de la tradition arabe) l'appréciation visuelle des objets mathématiques, la faculté formatrice qui en abstrait des images, la mémoire qui les stocke dans le cerveau et, enfin, l'intuition qui permet de circuler d'une image à l'autre ou de faire le lien entre une idée et une autre.

---

3 - J.-P. CHANGEUX & A. CONNES : *Matière à penser*, Paris, Editions Odile Jacob, 1989 ; Hadamard: *Essai sur la psychologie de l'invention dans le domaine mathématique*, Paris, Gauthier-Villars, 1975, réédition, Paris, Gabay, 1993 ; J. Nimer : *Entretiens avec des mathématiciens (L'heuristique mathématique)*, Villeurbanne, Université Lyon I, 1989.

4 - Je tiens à remercier les Pr. M. Akkar (spécialiste en Topologie), R. Tahraoui (spécialiste en Analyse Fonctionnelle) et C. Zuily (spécialiste en Equations aux Dérivées Partielles), qui m'ont éclairé par leurs réponses aux questions concernant le rôle de l'imagination dans leurs propres activités de recherche.

nous avaient permis, dans le passé, d'éclairer certains débats qui avaient été suscités par des mathématiciens (comme ceux qui ont porté sur les notions d'unité, d'infiniment petit, d'infiniment grand, de base)[1]. Nos investigations ne nous ont pas permis d'exhumer des textes de Kālam relatifs à l'imagination mais nous savons que, dès le X^e siècle, certains de ces textes ont traité du rôle de l'imagination en Mathématique, en particulier à propos de la notion d'infini[2].

Cela dit, l'aspect essentiel de ce travail est de repérer l'intervention de l'imagination chez l'apprenant, l'enseignant, le technicien ou le chrecheur, qui utilisaient, tous les jours, des objets et des outils mathématiques dans le but de les assimiler, de les transmettre ou de les appliquer pour résoudre un problème, pour établir une propriété déjà connue ou pour découvrir de nouveaux résultats. Mais, en privilégiant, dans notre étude, les praticiens des mathématiques au détriment des philosophes et des spécialistes du Kalām, on introduit d'autres types de difficultés. Il y a d'abord les non dits des mathématiciens et, surtout, de ceux d'entre eux qui ont été des chercheurs et qui ont abouti à des résultats originaux. Il y a ensuite l'incapacité du praticien ou sa grande difficulté, à analyser, à travers sa propre expérience, la manière dont intervient l'imagination dans les différentes étapes de sa pratique : celle de l'acquisition des connaissances scientifiques, celle de leur transmission et celle de leur élaboration.

Pour exploiter d'une manière optimale les témoignages qui nous sont parvenus et qui ont un lien avec l'imagination et son rôle en Mathématique, il nous a donc paru utile d'adopter deux démarches qui nous ont semblé complémentaires dans le travail que nous avons entrepris de faire.

La première consiste à solliciter notre propre expérience technique et psychologique, acquise à travers une pratique multiforme où l'imagination à toujours eu sa place. Cette pratique a englobé une phase d'apprentissage en Mathématique, suivie d'une phase de recherche dans la même discipline et

1 - A. Djebbar, "Quelques remarques sur les rapports entre Philosophie et Mathématiques arabes", **Colloque de la Société Tunisienne de Philosophie, Hammamet,** 1-2 juin 1983. In *Revue Tunisienne des Etudes Philosophiques*, mars 1984, n°2, pp.3-21.

2 - C'est ce qu'affirme, en tout cas, le mathématicien al-Qummi (XI^e s.) qui écrit : *"Quant à savoir si cette imagination est valable ou non, c'est une chose dont on trouve l'explication dans nos ouvrages de Kalām et dans d'autres ouvrages".* Cf. AL-QUMMĪ : *Risâla fî imkân wujûd al-khaṭṭayn al-ladhayn yaqtaribân abadan wa lâ yaltaqiyân* [Epître sur la possibilité de trouver les deux lignes qui se rapprochent indéfiniment et qui ne se rencontrent pas], Ms. Leide, Or. 14, f. 229 a.

LA PLACE ET LE ROLE DE L'IMAGINATION DANS LES ACTIVTES MATHEMATIQUES DE LA TRADITION ARABE MEDIEVALE

AHMED DJEBBAR
Université Paris-Sud

INTRODUCTION

Parler de la place et du rôle de l'imagination dans les activités mathématiques arabes des IX^{e}-XV^{e} siècles et dans les discours qui ont accompagné ces activités, est une tâche beaucoup plus difficile que celle qui consiste à analyser le contenu de la production des mathématiciens de cette époque et à déterminer ses liens éventuels avec les sources antérieures et avec son environnement.

Parmi les raisons qui pourraient expliquer ces difficultés, il y a la rareté des témoignages rédigés par des praticiens de l'une ou l'autre des disciplines mathématiques et dans lesquels auraient été traitées ou tout au moins évoquées, les différentes questions concernant l'imagination. Il nous est en effet parvenu de nombreux textes traitant de l'imagination et dont les auteurs sont des philosophes ou des intellectuels connus pour leur solide formation scientifique et ayant parfois publié des écrits importants en Astronomie ou en Mathématique (ou dans les deux disciplines à la fois). Mais, la plupart de ces textes restent cantonnés dans les limites du débat philosophique concernant les facultés de l'âme qui interviennent dans le processus d'élaboration des connaissances.

Dans le même ordre d'idées, il y a les réflexions sur l'imagination qu'ont eu à exprimer les spécialistes du *Kalāme*. Quelques rares éléments de leur corpus

39. MURPHY, Susan (1995), "Heron of Alexandria's *On Automaton-Making*", *History of Technology*, vol. 17: pp. 1-44.

40. PAPPUS of Alexandria (1970), *The Arabic Version of the "Mathematical Collection" of Pappus Alexandrinus Book VIII*, by D. E. P. Jackson, Ph. D. dissertation, University of Cambridge.

41. PAPPUS d'Alexandrie (1933), *La Collection mathématique*, Œuvre traduite pour la première fois du Grec en Français, avec une introduction et des notes par Paul Ver Eecke, Paris-Bruges: Desclée de Brouwer, 2 vols; le livre VIII est au vol. 2, pp. 809-883.

42. PHILON de Byzance (1899), *Pneumatica, in Opera quae supersunt*, édité par W. Schmidt, vol. I, Leipzig, pp. 1-333.

43. PHILON of Byzantium (1974), *Pneumatica. The first treatise on experimental physics: Western version and Eastern version*, édité par F.D. Prager, Wiesbaden.

44. Al-RABE, Ahmad A. (1984), *Muslim Philosophers' Classifications of the Sciences: al-Kindi, al-Farabi, al-Ghazali, ibn Khaldun*, Ph.D. Dissertation, Harvard University, Ann Arbor: University Microfilms International.

45. ROSE, Paul L. & DRAKE, Stillman (1971), "The Pseudo-Aristotelian *Questions of Mechanics* in Renaissance Culture", Studies in the Renaissance, vol. 18: pp. 65-104.

46. SEZGIN, F. (1974), *Geschichte des Arabischen Schriftums*, vol. V: *Mathematik. Bis ca.* 430 H, Leiden: E. J. Brill.

47. SCHACHT, J. (1926), "Die arabische hijal-Literatur", *Islam*, vol. 15, pp. 211-232.

48. SCHACHT, J. (1986), *"Hiyal"* in *Encyclopedia Islamica* (EI²); vol. III, Leiden-London: E. J. Brill-Luzac & Co, pp. 510-513.

49. AL-TAHANAWI, Muhammad A. b. ʿAli (1862), *Kashshaf istilahat al-funun : A Dictionary of the Technical Terms Used in the Sciences of the Musalmans*, edited by Mawlawies Mohammad Wajih, Abd al-Haqq, and Gholam Kadir under the superintendence of A. Sprenger and W. Nassau Lees, Calcutta : W. N. Lee's Press, 2 vols.; reprinted Osnabrück: Biblio Verlag, 1980.

24. HILL, D. R. (1979), *The Book of Ingenious Devices. An Annotated Translation of the Treatise of Banu Musa,* Dordrecht: Reidel.

25. HILL, D. R. (1981), *Arabic Water-Clocks,* Aleppo: Institute for the History of Arabic Science.

26. IBN ABI USAYBI^{c}A, Muwaffaq al-Din (1965), *^{c}Uyun al-anba' fi tabaqat al-atibba',* édité par Nizar Ridha, Beyrouth: Dar Maktabat al-hayat.

27. IBN AL-NADIM, Mohammad ibn Ishaq (1871-1872), *Kitab al Fihrist,* édité par Gustav Flügel, J. Roediger et A. Müller, Leipzig: F. C. W. Vogel, 2 vols.

28. IBN MANZUR, Jamal al-Din ibn Makram (1990), *Lisan al-^{c}arab,* Beyrouth, 1990; édition électronique sur CD-Rom, Beyrouth: Dar Sadir, 1995, version 1.0.

29. IBN al-QIFTI, (1903), *Tarikh al-hukama',* édité par Julius Lippert, Leipzig: Dieterich'sche Verlagsbuchhandlung.

30. IBN SINA (1910), *Majmu^{c}at al-rasa'il,* al-Qahira: Matba^{c}at Kurdistan al-^{c}ilmiyya.

31. IBN SINA (1984), "Epître sur les parties des sciences intellectuelles", trad. franç. par Rabi^{c}a Mimoune, in J. Jolivet & R. Rashed, édit. (1984), *Etudes sur Avicenne,* Paris: Les Belles Lettres, pp. 143-151.

32. Al-JAHIZ, Abu ^{c}Uthman ^{c}Amr b. Bahr (1969), *Risalat al-tarbi^{c} wa al-tadwir,* edit. Fawzi ^{c}Atwi, Beyrouth: al-Sharika al-lubnaniya li-'l-kitab

33. Al-KHAWARIZMI, abu ^{c}Abd-Allah Muhammad b. Ahmad al-Katib (1968), *Liber Mafatih al-Ouloum. Explicans vocabula technica scientiarum tam Arabum quam peregrinorum,* édité par G. Van Vloten. Leiden: E. J. Brill, 2ème édition.

34. LANE, Edward W. (1984), *Arabic-English Lexicon,* Cambridge: The Islamic Texts Society, 2 vols.

35. MAHDI, Muhsin (1975), "Science, Philosophy and Religion in al-Farabi's *Enumeration of the Sciences",* in *The Cultural Context of Medieval Learning.* Proceedings of the First International Colloquium on Philosophy, Science and Theology in the Middle Ages -September 1973, edited with an introduction by John E. Murdoch and Edith D. Sylla, Dordrecht/Boston: D. Reidel, pp. 113-145.

36. MICHELI, Gianni (1995), *Le origini del concetto di macchina,* Firenze: Leo S. Olschki (Biblioteca di Physis, 4).

37. MICHOT, Jean (1980), "Les sciences physiques et métaphysiques selon la Risalah fi aqsam al-culum d'Avicenne. essai de traduction critique", *Bulletin de philosophie médiévale,* Louvain, vol. 22: pp. 62-73.

38. MIMOUNE, Rabi^{c}a (1984), *"Epître sur les parties des sciences intellectuelles* d'abu ^{c}Ali al-Husayn ibn Sina", in *Etudes sur Avicenne,* dirigées par Jean Jolivet et Roshdi Rashed, Paris: Les Belles Lettres, pp. 143-151.

11. ANAWATI, Georges (1977), *"Les Divisions des sciences intellectuelles d'Avicenne"*, MIDEO, Le Caire, vol. 13: 323-335.

12. ARISTOTLE (1952), Mechanica (translated by E. S. Forster) in*The Works of Aristotle,* Translated into English under the editorship of W. D. Ross, vol. VI: Opuscula, Oxford: Clarendon Press.

13. BOURGNE, Robert (1986), *"Mechane-Mechanastai chez Platon", Documents pour l'histoire du vocabulaire scientifique,* VIII, pp. 9-31.

14. CARRA DE VAUX, B. (1903), "Le livre des appareils pneumatiques et des machines hydrauliques par Philon de Byzance", *Mémoires de l'Académie des Inscriptions et des Belles Lettres,* Paris, vol. 38, 1ère partie.

15. DE GANDT, François (1996), "Technologie", in *Le Savoir Grec, Dictionnaire critique,* édité par J. Brunschwig & G. Lloyd, avec la collaboration de P. Pellegrin, Paris: Flammarion, pp. 515-526.

16. Al-FARABi (1949), *Ihsa'al-ᶜulum,* édité par ᶜUthman Amin, Le Caire: Dar al-fikr al-ᶜarabi, 2ème édition.

17. FOLKERTS, Menso (1999), "Early Texts on Hindu-Arabic Calculation", à paraître dans *Science in Context* (Cambridge University Press), Numéro Spécial "Intrercultural Transformation of Scientific Knowledge in the Middle Ages" co-édité par M. Abattouy & P. Weinig.

18. GALILEI, Galileo (1890-1909), *Le Opere di Galileo Galilei. Edizione Nazionale,* a cura di Antonio Favaro, Firenze: Tipografia di Giunti Barbèra editore, 20 vols. (Ristampa Firenze: G.Barbera, 1929-1939, nuova ristampa dell'edizione nazionale, Firenze: G. Barbèra, 1964-68).

19. Al-HASAN, Ahmad Y. éditeur (1979), *Ibn al-Razzaz al-Jazari: Al-Jamiᶜ bayna al-ᶜilm wa al-ᶜamal al-nafiᶜ fi sinaᶜat al-hiyal,* Aleppo: Institute for the History of Arabic Science.

20. Al-HASAN, A. Y., éditeur (1981), *Banu Musa: Kitab al-hiyal,* Aleppo: Institute for the History of Arabic Science.

21. HERON d'Alexandrie (1988), *Les Mécaniques ou l'élévateur des corps louds,* texte arabe de Qusta ibn Luqa établi et traduit par B. Carra de Vaux, Introduction de D. R. Hill, et Commentaires par A. G. Drachmann, Paris: Les Belles Lettres.

22. HERONS von Alexandria (1900), *Mechanik und Katoptrik,* vol. 2 (édité par L. Nix et W. Schmidt) de *Heronis Alexandrini Opera quae supersunt omnia* (1899-1914, 5 vols), Leipzig: B. G. Teubner.

23. HILL Donald, R., (1974), *The Book of Knowledge of Ingenious Mechanical Devices. An annotated Translation of al-Jazzari's Treatise,* Dordrecht: D. Reidel.

BIBLIOGRAPHIE

1. ABATTOUY, Mohammad (1997), The *Arabic Tradition of Mechanics : General Survey and a First Account on the Arabic Works on the Balance,* Berlin : Max Planck Institut für Wissenschaftsgeschichte, Preprint N° 76, 61 pp.

2. ABATTOUY, M. (1998), "La tradition arabe de la balance: Thabit ibn Qurra et al-Khazini", *Actes du III[ème] Colloque Marocain d'Histoire des Sciences* (Murrakush, 13-16 février 1997), Rabat: Publications de la Faculté des Lettres Rabat-Agdal.

3. ABATTOUY, M. (1999[a]), "al-Muzaffar al-Isfizari [c]alim min al-qarnayn 5-6 H. /11-12, mu'allif *Irshad dhawi al-[c]irfan ila sina[c]at al-qaffan"* [al-Muzaffar al-Isfizari un savant des V[è]-VI[è]/XI[è]-XII[è] siècles, auteur de *Guide des érudits dans l'art de la balance à peson (qaffan)*], à paraître dans les *Actes du IV[ème] Colloque Marocain d'Histoire des Sciences* (Murrakush, 12-15 février 1998), Rabat: Publications de la Faculté des Lettres Rabat-Agdal.

4. ABATTOUY, M. (1999[b]), *Abu Hatim al-Muzaffar al-Isfizari (XI[th]-XII[th] century), Author of Long-neglected Mechanical Arabic Works,* Berlin: Max Planck Institut für Wissenschaftsgeschichte.

5. ABATTOUY, M. (1999[c]), "Greek and Arabic Traditions of Mechanics: Transmission and Transformation", à paraître dans Science in Context (Cambridge University Press), Numéro Spécial "Intrercultural Transformation of Scientific Knowledge in the Middle Ages" co-édité par M. Abattouy & P. Weinig.

6. ABATTOUY, M. (1999[d]), *"Nutaf min al-hiyal :* A Short Arabic Version of Pseudo Aristotle's *Problemata Mechanica",* à paraître dans Early Science and Medicine (Leiden: E. J. Brill).

7. ABATTOUY, M. (1999[e]), "The Arabic Tradition of Mechanics: Historical and Textual Characterisation", à paraître dans *Majallat kulliyyat al-Adab wa al-[c]ulum al-insaniyya bi-Fas,* Fès, 37 pp.

8. ABATTOUY, M. (1999[f]), "Euclidean Mechanics in Arabic: *Book on the balance and Treatise on heaviness and lightness",* à paraître dans *Actes du 4[ème] Colloque International d'Histoire des Mathématiques Arabes* (Fez, 2-4 déc. 1992), édité par M. Aballagh et M. Abattouy.

9. ABATTOUY, M. & WEINIG, P. (forthcoming), *Arabic and Latin Traditions of Writings on the Balance and Weights. Critical texts, English Translations, and Commentaries,* Projet de recherche en cours à l'Institut Max Planck d'Histoire des Sciences à Berlin (Project I/3).

10. Al-AKFANI, Shams l-Din Mohammad b. Ibrahim b. Sa[c]id al-Sanjari (1989), *Kitab Irshad al-qasid ila asna al-maqasid,* édité par Junuarius Justus Withkam, Leiden: Ter Lugt Pers.

il est subordonné à la science du nombre, et aucune remarque particulière ne vient diminuer sa valeur en tant que discipline mathématique à part entière. C'est là l'effet d'une reconnaissance, intervenue entre-temps, de son statut scientifique[45].

En guise de conclusion, retenons que la mécanique dans la science arabe est considérée parmi les sciences intermédiaires, comme l'astronomie, l'optique et la musique. Appliquant les propriétés géométriques aux corps matériels, son intime appartenance aux mathématiques est fortement affirmée. En témoigne la valeur attachée à son statut épistémologique dans les classifications des sciences, et, plus concrétement, les travaux qui lui sont consacrés par des mathématiciens éminents, de la trompe de Banu Musa, Thabit ibn Qurra, ibn al-Haytham et d'autres, qui ont établi les fondements de la discipline dans la tradition scientifique de l'Islam et ouvrirent la voie à une mutltitude de mécaniciens et artisans qui composèrent une littérature consistante dans ce domaine, dont une bonne partie n'est encore accessible qu'en manuscrits.

D'autre part, que ce soit sur la base de l'analyse précédente ou en me référant au travail sur les textes que j'effectue, il est permis d'affirmer que l'intérêt pour la mécanique est une tendance lourde dans la tradition scientifique arabe classique. Il est temps aujourd'hui d'en mesurer toutes les conséquences. La première, est que le corpus mécanique écrit en arabe, resté dans l'ombre jusqu'à présent, représente l'une des branches majeures de la physique dans le legs scientifique arabe, cette physique qui reste encore à reconstruire dans toute son ampleur

45- Pour plus de détails sur l'épître d'ibn Sina, voir G. Anawati 1977, J. Michot 1980. Plus globalement, les classifications des sciences des penseurs musulmans sont étudiés par M. Mahdi 1975, J. Jolivet 1996 et A. al-Rabe 1984.

question du statut de la mécanique dans le système des connaissances. Dans Risala fi aqsam *al-ᶜulum al-ᶜaqliya* [Epître sur les parties des sciences rationnelles] (ibn Sina 1910, pp. 225-243), il présenta un tableau systématique des sciences, dans lequel la mécanique est considérée parmi les sciences mathématiques.

Le système d'ibn Sina classe les sciences en deux grandes parties de la philosophie: la philosophie théorique et la philosophie pratique. La partie théorique comprend la physique, les mathématiques, la métaphysique et la logique. Les mathématiques, pour leur part, se composent de quatre disciplines principales, chacune d'elles étant divisée en sous-parties: la science du nombre, la géométrie, l'astronomie, et la musique. Les différentes spécialités de la mécanique sont présentées parmi "les parties secondaires des mathématiques", à côté de "l'art de la sommation et de la séparation et la division selon le calcul indien, et l'art de l'algébre et d'al-muqabala" (R. Mimoune 1984, p. 147). Considérant la géométrie comme la science des positions et des figures, ses branches sont développées selon le schéma suivant: l'art de la mesure, les techniques et arts ingénieux, la traction des poids lourds, les poids et les balances, et l'art des machines particulières servant dans le domaine de la perspective, des miroirs et de l'hydraulique (ibid).

Comme on le voit, les arts mécaniques définis par al-Farabi sont inclus dans la géométrie chez ibn Sina également. Mais ce dernier n'établit pas de distinction spéciale entre la traction des poids et le reste des arts des machines. Il met l'ensemble des spécialités mécaniques sur le même niveau, considérant qu'elles partagent toutes la caractéristique d'être des disciplines pratiques de la géométrie[44]. D'autre part, l'ordre dans lequel ces spécialités sont citées, si tant est que cet ordre puisse revêtir une signfication théorique, diffère de celui professé par le "Second Maître". Ibn Sina accorde à l'art des machines ingénieuses une certaine prééminence sur la traction des poids et l'étude des balances. De même, "l'art des machines particulières servant dans le domaine de la perspective, des miroirs et de l'hydraulique" est présenté indépendamment de celui des machines ingénieuses.

Notons, enfin, que l'algèbre n'est plus confondu avec les arts mécaniques. Bien qu'il les côtoie dans la rubrique des "parties secondaires des mathématiques",

---

44- Cette position sera reprises par plus d'un auteur arabe par la suite. Par exemple, au XIV^ème^ siècle Shams al-Din al-Akfani en témoigne pleinement dans son *Irshad* : la mécanique, qui n'est plus citée comme une science intégrée, fait partie de la géométrie pratique mais elle est présentée sous la forme éclatée de techniques et métiers séparés, qu'il s'agisse de la constructin et de la menuiserie, de la science des centres de gravité ou de l'art de la traction des poids, de la construction des balances et des mesures, etc. (al-Akfani 1989, p. 54 sq.) C'est le même schéma qui prévaut chez ibn Khaldun, Tash Kubri Zadeh, Hajji Khalifa, et d'autres.

les sont, conclut-al-Farabi, les principes des arts domestiques et pratiques qui s'appliquent aux corps, aux figures, aux positions, à l'ordre (al-tartib), et à la mesure, commes les arts de la construction et de la menuiserie, et d'autres encore" (ibid, p. 90)[43].

Dans le système d'Al-Farabi, la mécanique est considérée dans ses aspects théorique et pratique comme une discipline pleinement mathématique, qui occupe dans la hiérarchie des sciences une place antérieure à la physique ou science de la nature. Comme l'astronomie, elle est développée dans plusieurs branches, englobant différents métiers et techniques. Les principes de la science des poids (balance et traction) en constituent le noyau théorique, tandis que les différents métiers techniques des mécaniciens et des artisans s'attellent à appliquer ces principes et ceux empruntés aux mathématiques pour l'exécution d'actions et la réalisation d'effets utiles, notamment dans la fabrication des instruments, y compris scientifiques, et dans divers domaines d'ingénierie civile.

L'analyse sobre et rammassée d'al-Farabi ne laisse la place à aucune référence à un quelconque sens d'émerveillement ou aux propriétés imaginaires des outils mécaniques. La mécanique est définie d'une manière bien différente de celle du Pseudo Aristote au début des *Problemata mechanica.* Négligeant toute référence à une quelconque opposition de l'art de la nature, al-Farabi fait montre d'une conception de la mécanique qui la définit comme une discipline régie par la rationalité mathématique et la normalité technique. La tâche qui lui est assignée consiste pour l'essentiel dans la mise en évidence des propriétés mathématiques des corps naturels de façon à les utiliser dans le domaine pratique, ou dans l'application des mesures et des proportions aux objets et cela sans aucun dessein spéculatif, mais dans le but explicitement déclaré de produire des résultats concrets.

A la suite d'al-Farabi, un autre grand philosophe de l'Islam, abu ᶜAli al-Husayn ibn Sina (980-1037), accordera aussi à la mécanique le statut de discipline mathématique.

La mécanique constitue le sujet de plusieurs chapitres des divers et volumineux travaux d'ibn Sina. Ainsi, de larges passages de *Miᶜyar al-ᶜaql* [La Mesure de l'esprit] et des deux encyclopédies *al-Shifa'* [La Guérison] et *al-Najat* [Le Salut] lui sont-ils consacrés. D'autre part, al-Shaykh al-Ra'is abu ᶜAli s'est intéressé à la

43- Le texte arabe de ce passage semble être teinté d'une légére confusion. Il peut être rendu en traduction comme il suit : "telles sont les principes des arts domestiques et pratiques qui appliquent aux corps les formes, les positions, l'ordre et les mesures, comme les arts de la construction et de la menuiserie".

procédés spéciaux sont nécessaires, puisque la matière sensible peut manifester de la répugnance à endosser les propriétés prouvées dans les mathématiques. "Ce sont donc les sciences d'*al-hiyal* qui procurent la connaissance des procédés et des moyens de préparation afin d'actualiser ... [ces propriétés] par l'art *(bi-'l-sanᶜa)* et leur manifestation en acte dans les corps naturels et sensibles" (ibid, p. 89).

Dans cette délimitation relativement détaillée des attributions de la science des mécanismes ingénieux, al-Farabi explicite et renforce une idée déjà présente chez Aristote(41). Mais il va plus loin que le Stagirite quand il associe la démonstration à cette branche, somme toute pratique, de la mécanique. Il lui réserve en effet la tâche éminente d'appliquer aux corps naturels les résultats des démonstrations mathématiques. Sur un autre plan, la définition de la science des machines peut s'appliquer également à la science des poids, puisque la fabrication des balances et des machines pour lever les charges requièrent aussi l'actusalition des notions géométriques dans les corps naturels, ce qui renforce la conception unitaire de la mécanique chez abu Nasr, malgré le traitement séparé qu'il a réservé à ses deux spécialités.

Donnant la liste des arts et techniques englobés par la science des hiyal, al-Farabi commence curieusement par citer les "hiyal numériques", qui comprennent "la science connue chez les gens de notre temps par l'algèbre et al-muqabala" (ibid). Ce placement étrange de l'algèbre illustre la difficulté à localiser correctement une science jeune, dont le statut épistémologique n'avait pas encore été défini précisément, peu de temps après la fondation de la discipline par Mohammad Ibn Musa Al-Khawarizmi au IXème siècle dans Bayt al-hikma [la Maison de la sagesse] à Baghdad(42).

Ensuite sont énumérés les diverses hiyal géométriques : l'art de diriger les chantiers de construction, les procédés géométriques utilisés pour mesurer différentes sortes de corps, les engins entrant dans la fabrication des instruments astronomiques, musicaux et optiques, et la production de différentes sortes d'instruments servant à des fins pratiques, comme les arcs et les armes, les "machines optiques" (hiyal manaziriyya) comme les miroirs, normaux et ardents, et les procédés de fabrication des "vaisselles merveilleuses" fonctionnant à l'aide de mécanismes hydrauliques, et, enfin, les outils de différents métiers pratiques. "Tel-

---

41- Dans la *Métaphysique* (M [XIII] 3, 1078 a 14-16), Aristote affirme que la mécanique, de même que la musique et l'optique, "ne considère pas son objet selon le son ou selon la vision, mais selon les lignes et les nombres".

42- Sur la naissance de la l'Algèbre dans la culture scientifique arabe, voir Folkerts 1999.

Euclide[37], de Héron et Pappus, transmis en grec et traduits en arabe, al-Farabi pouvait adjoindre les travaux qui venaient d'être composés par ses précédesseurs et contemporains parmi les auteurs arabes : Thabit Ibn Qurra, Qusta Ibn Luqa[38], les frères Banu Musa, abu Al-Hasan Al-Ahwazi[39], Abu Sahl Al-Kuhi[40], et d'autres.

Poursuivant son analyse, al-Farabi définit la science des poids en tant que ces poids sont mesurés ou utilisés pour mesurer, fondant ainsi le principe de la balance, ou bien qu'ils sont mûs ou utilisés à mouvoir, ce qui constitue le principe des machines qui élèvent de lourdes charges et les déplacent d'un endroit à un autre (ibid, p. 88).

En revanche, Al-Farabi définit la science des *hiyal (ᶜilm al-hiyal)* comme la "connaissance des procédés par lesquelles on applique aux corps naturels l'ensemble de ce dont l'existence a été prouvée, par des assertions et des démonstrations, dans les sciences mathématiques mentionnées précédemment, et son actualisation en eux" (ibid). Les sciences mathématiques, ajoute-t-il, étudient les lignes, les aires, les solides et les nombres en tant qu'êtres intelligibles et rationnels, séparés des corps naturels. Pour les "actualiser" dans ces derniers, une certaine faculté et des

---

37- Les sources arabes attribuent à Euclide deux textes portant directement ou indirectement sur les problèmes de la balance et la science des poids: *Maqala li-Uqlidis fi ël-mizan* [Traité d'Euclide sur la balance] et *Kitab Uqlidis fi 'l-thiql wa ël-khiffa* [Livre d'Euclide sur la gravité et la légéreté]. Ce dernier texte nous est parvenu dans une édition-révision *(islah)* d'e à Thabit ibn Qurra. Existant dans plusieurs copies manuscrites et étudiés par les historiens, ces deux textes reçurent dans le cadre de notre Projet leur première édition critique et furent traduits en anglais (M. Abattouy & P. Weinig (forthcoming); voir aussi Abattouy 1999ᶜ.

38- En dehors de sa traduction arabe complète des *Mécaniques* de Héron mentionnée plus haut, Qusta ibn Luqa, le fameux traducteur chrétien d'oeuvres scientifiques et médicales grecques, est aussi l'auteur d'un traité sur *al-qarastun* qui n'a pas encore été retrouvé et d'un petit écrit sur les poids: voir ibn al-Nadim 1871-1872, vol. 1, p. 295, et ibn abi Usaybica 1965, pp. 329-330.

39- Abu al-Hasan Mohammad ibn cAbd-Allah b. Mansur al-Ahwazi est un mathématicien connu qui vécut vers 330 H / 941. Il est l'auteur d'un court traité sur la balance conservé dans une seule copie (F. Sezgin 1974, vol.5, p. 312), où sont alternés des considérations pratiques et théoriques.

40- Abu Sahl Wayjan ibn Rustum al-Kuhi (vers 970-1000) est un célèbre géomètre musulman, qui a écrit un traité sur les centres de gravité. Ce texte n'a pas été retrouvé, et nous ne le connaissons qu'à travers une édition abrégée d'al-Khazini, qui l'a intégré avec un travail sur le même sujet d'al-Hasan ibn al-Haytham, le grand physicien et mathématicien (Basorah-Le Caire, 965-1038): voir al-Khazini 1940, pp. 15-20. Dans son encyclopédie des sciences *Irshad al-qasid,* Shams al-Din al-Akfani adressa une critique au travail d'al-Kuhi sur les centres de gravité, estimant que ses démonstrations ne sont pas assez rigoureuses (*tasahala fi muqaddimat barahinihi* تساهل في مقدمات براهينه); en revanche, il se contenta de qualifier le livre d'ibn al-Haytham sur le même sujet d' "utile" *(mufid* مفيد): voir al-Akfani 1989, 742-744.

Cependant, les rares et rapides allusions d'Aristote à la mécanique ne permettent nullement de dégager une position claire quant au statut de la mécanique et de son objet. La position d'al-Farabi, bien que conservant la même filiation épistémologique avec celle d'Aristote, est à cet égard beaucoup plus systématique et explicite.

Considérant la mécanique comme une science mathématique, Al-Farabi la divise en deux branches, qui traitent respectivement des poids, d'un côté, et des autres engins et machines, de l'autre. Dans cette distinction, il s'inspire d'une tradition bien établie, qui étudiait depuis les grecs les problèmes des poids indépendamment de ceux des machines. Cependant, il est clair que les deux sous-disciplines sont deux branches solidaires de la mécanique, comme le laisse clairement voir la suite de l'analyse développée par le Second Maître.

Plus précisément, la distinction entre science des poids et science des engins ingénieux recouvre chez al-Farabi la distinction entre partie théorique et partie pratique de la mécanique[35]. En effet, l'étude des poids a toujours représenté, dans l'histoire de la mécanique antique et médiévale, le domaine où ont été forgés et présentés les principes théoriques de la mécanique. Ainsi, l'étude des conditions d'équilibre débouche naturellement sur la théorie de la balance et ses problématiques caractéristiques (démonstration de la loi du levier, l'étude du problème du centre de gravité, les divers cas de suspension et de remplacement des poids, les effets de la substitution et de la combinaison des poids et des distances, etc.) A l'époque d'al-Farabi, les travaux illustrant cette tendance lourde de la mécanique n'étaient pas peu nombreux. A la liste des mécaniques d'Archimède[36], du Pseudo Aristote, du Pseudo

---

35- En accord avec le schéma institué auparavant et qui distinguait dans différentes sciences entre parties théorique et pratique. Voir al-Farabi 1949, pp. 75, 77, 86 pour la science des nombres, la géométrie et la musique.

36- Dans l'état actuel de nos connaissances, nous ne savons pas avec précision quels écrits mécaniques d'Archimède furent connus en arabe à l'époque classique. Certes, les ouvrages de bio-bibliographie ñcomme ibn al-Nadim (1871-1872, vol. 1, p. 266)- ne mentionnent pas ces écrits, notamment l'*Equilibre des plans, La Quadrature de la parabola et Les Corps flottant.* Mais la réputation d'Archimède comme ingénieur n'était pas ignorée des chroniqueurs arabes et ses intérêts pour la mécanique et la construction des machines était explicitement reconnue (voir la l'entrée consacrée à Archimède dans le dictionnaire d'ibn al-Qifti). Cependant le seul ouvrage technique attribué à Archimède dans ces chroniques est un ouvrage apocryphe sur les horloges hydrauliques (voir Hill 1981, pp. 15-35). D'autre part, nous possédons une version arabe abrégée de son traité des *Corps flottants: Maqala li Arshimidis fi ël-thiql wa 'l-khiffa* [Traité d'Archimède sur la gravité et la légèreté], qui est constituée des énoncés des propositions de la première partie et de la première proposition de la seconde partie. Edité dans *Kitab mizan al-hikma* (al-Khazini 1940, pp. 20-21), ce texte existe aussi dans deux sources manuscrites indépendantes qui seront édités dans M. Abattouy & P. Weinig (forthcoming). Pour plus de détails, voir M. Abattouy 1997, pp. 12-14.

mécanique héritée du Pseudo Aristote, de Héron et de Pappus. En revanche, *al-harakat* pointent vers une classe d'engins ingénieux qui sont appelés plus proprement des automates (du grec automaton, *automaton*), machines spéciales imitant les mouvements, les fonctions ou les actes d'un corps animé et à propos desquels les arabes ont recu toute une littérature technique de l'Antiquité grecque, et qu'ils ont développé très tôt. La liste des ouvrages entrant dans cette dernière catégorie et qui étaient connus jusqu'au milieu du Xème siècle dans l'aire culturelle arabe est précisément celle dressée par Ibn Al-Nadim dans *al-Fihrist* (ibn al-Nadim 1871-1872, p. 285).

3. cULUM AL-HIYAL DISCIPLINE MATHEMATIQUE

Le statut de la mécanique dans la culture scientifique arabe est particuliérement éclairé par la place qui lui est réservée dans la classification des sciences. Pour l'illustrer, regardons quel est la place que lui octroie le très influent système des sciences du philosophe abu Nasr Mohammad al-Farabi (ca. 870-950), connu comme le "Second Maître" (après Aristote).

Dans son célèbre *Ihsa' al-culum* [Enumération des sciences, le fameux *De Scientiis*], al-Farabi considéra les sciences comme un système. D'abord, il distingua entre six sciences principales: la science du language, la science de la logique, les sciences mathématiques, la science de la nature, la science divine ou métaphysique et la science politique. La mécanique est inclue parmi les sept disciplines des sciences mathématiques *(culum al-tacalim)* : l'arithmétique, la géométrie, la perspective, l'astronomie, la musique, la science des poids (*cilm al-athqal* علم الاثقال) et la science des engins ingénieux (*cilm al-hiyal* علم الحيل) (al- Farabi 1949, p. 43).

Notons d'abord que les deux spécialités mécaniques -les sciences des poids et des engins ingénieux- sont considérées comme une science mathématique à part entière, et posées sur le même niveau que les autres sciences mathématiques. Une telle attitude est sans conteste d'une grande originalité. En effet, c'est la première fois que la mécanique est considérée ainsi comme une discipline mathématique pleine et entière. Certes, Aristote avait cité dans les *Analytiques Secondes* I. 13 la mécanique à côté de l'optique, de la musique et de l'astronomie comme une discipline mathématique, et il l'a mise en relation directe avec la géometrie des solides[34].

34- *Métaphysique* M [XIII] 3, 1078 a 24, *Analytiques Seconds*, I 9, 76 a 24 et I 13, 78 b 36-37. Ce dernier paragraphe constitue l'unique passage de l'œuvre aristotélicienenne où le Stagirite aborde directement la question de l'objet de la mécanique et la partie de la mathématique à laquelle elle est rapportée. Il y subordonne la mécanique à la stéréométrie, la partie de la géométrie qui analyse les corps comme des solides géométriques.

de mécanique des Banu Musa, qui, commente Ibn al-Nadim, "contient [la description de] plusieurs automates" *(yahtawi ᶜala ᶜiddat harakat)* (ibid, p. 285).

D'autres indices supplémentaires peuvent être présentés dans la même perspective, comme celui qui provient de *ᶜUyun al-anba' fi tabaqat al-atibba'* [La Quintescence des informations sur les classes des médecins], l'ouvrage arabe classique de bio-bibliographie le plus complet, écrit par ibn abi-Usaybiᶜa, au XIIIème siècle. Evoquant dans la biographie d'al-Kindi les mauvais rapports que le grand philosophe arabe entretenait avec les frères Banu Musa, et l'épisode qui amena ces derniers à prendre possession de sa librairie dans des conditions humiliantes pour abu Ishaq, l'auteur déclare que la raison de la puissance des trois frères était "*istihtar al-Mutawakkil bi-'l-alat al-mutaharrika* إستهتار المتوكل بالآلات المتحركة " (ibn abi-Usaybiᶜa 1965, p. 286), c'est-à-dire l'engouement sans bornes que le Calife abbaside al-Mutawakkil (m. 861) avait pour les automates animés que les trois frères construisaient pour lui, tâche dont s'acquitait notamment Ahmad, le plus jeune des trois savants turbulents.

Des informations de la même veine peuvent être extraites de *Mafatih al-ᶜulum* d'al-Khawarizmi al-Katib, une encyclopédie lexicographique antérieure à l'ouvrage d'ibn abi Usaybiᶜa. Le chapitre 8 du Livre II est consacré, fort heureusement, aux hiyal, que l'auteur définit comme: "*sinaᶜat al-hiyal, tusamma bi al-yunaniyya manjaniqun* منجنيقون" [l'art de la mécanique (ou des machines), appellé en grec *manjaniqun*] (al-Khawarizmi 1968, p. 247). Les *hiyal* pour al-Khawarizmi sont essentiellement de deux sortes, celles précisément auxquelles sont consacrées les deux sections du chapitre II. 8: "la traction des poids avec de petites forces" et "les instruments des mouvements *(alat al-harakat)* et l'art de vaisselles merveilleuses" (ibid, p. 246). Dans la première section, il évoque succintemment certains instruments courants, comme le levier, la mouffle, le coin, la vis, le trébuchet, etc. (ibid, pp. 247-249). La seconde section, consacrée aux automates et machines hydrauliques, est intitulée "sur les machines utilisant les mouvements de l'eau (*hiyal harakat al-ma'* حيل حركات الماء) et l'art des vaisselles merveilleuses et ce qui s'y rapporte de l'art des instruments qui se meuvent d'eux-mêmes" (ibid, p. 249). Elle traite de différentes machines hydrauliques ou fonctionnant dans d'autres milieux, humides ou non. Cette dernière section est la plus longue du chapitre consacré à la mécanique dans l'ouvrage d'Al-Khawarizmi (ibid, pp. 249-255), ce qui pourrait être pris pour indication sur la prééminence de ce genre de machines à son époque.

Sur la base de ces indices et témoignages, il s'avère que la mécanique recouvrait chez les auteurs arabes classiques deux sous-disciplines désignés par des appelations techniques. D'abord *al-hiyal* se réfèrent aux machines simples et aux engins mécaniques issus de leur combinaison, c'est-à-dirte cette branche de la

al-hiyal) conçus par les frères que sont Mohammad et Ahmad et al-Hasan Banu Musa ibn Shakir, que Dieu l'ait en sa merci..." (J. Ryland Library, Cod. 351, folio 94 b; MS Hyderabad, Andra Pradesh Library, Cod. Qc 620, p. 1).

Il est clair que les différentes occurrences du mot *hiyal* dans ce précieux passage se réfèrent à des machines précises, à des engins concrets, ceux qu'al-Isfizari a trouvé dans les ouvrages de mécanique des auteurs grecs et arabes qu'il a mentionné.

D'autres sources historiques semblent accréditer une telle interprétation, comme par exemple, le célèbre Fihrist écrit par ibn al-Nadim, un catalogue des ouvrages qu'il parvint à connaître et qui représentaient l'état de la culture arabe dans tous les domaines au milieu du X^{ème} siècle. *Al-Fihrist* est construit sur la base d'une classification implicite des disciplines traitées. Ainsi le Livre 7 de l'ouvrage est-il consacré à la philosophie, au sens large, et comprend un premier chapitre sur les philosophes de la nature et les logiciens et les noms des traducteurs, tandis que le second chapitre est dévolu aux ouvrages de mathématiques et à leurs auteurs. Dans ce chapitre sont groupés les travaux des géomètres, des calculateurs, des arithméticiens, des musiciens, des astronomes-astrologues, des "constructeurs de machines et des spécialistes des machines et des mouvements" (*sunna^c al-alat, wa ashab al-hiyal wa al-harakat* صناع الآلات وأصحاب الحيل والحركات) (Ibn al-Nadim 1871-1872, vol. 1, p. 265). Comme on va le voir par la suite, sur la base d'indices supplémentaires, il est permis de conclure que les deux rubriques des *hiyal* et *harakat* se réfèrent à deux catégories d'engins mécaniques, les machines courantes et les automates.

Dans le corps de l'ouvrage, à l'occasion de la bibliographie des Banu Musa, ibn al-Nadim reprend la même distinction, écrivant que les trois frères sont plus connus pour leurs travaux en géométrie, dans le domaine des *hiyal* et des *harakat*, en musique et en astronomie (ibid, p. 272)[32]. Plus loin, il consacre un paragraphe aux "titres des livres composés sur les automates" (*fi al-harakat* في الحركات), et mentionne les ouvrages typiques de cette catégorie de machines: entre autres, un traité d'Archimède sur les horloges, le livre des *Automates* de Héron[33], et l'ouvrage

32- Pour illustrer les travaux des Banu Musa dans ce domaine, ibn al-Nadim fait référence à leur *Kitab fi 'l-qarastun* (non encore retrouvé) et à leur livre de mécanique *(Kitab al-hiyal)* mentionné auparavant, et qui contient la descriptin de plusieurs automates.

33- Kitab *fi al-ashya' al-mutaharrika min dhatiha,* Livre sur les choses qui se meuvent d'elles-mêmes (ibn al-Nadim, 1871-1872, vol. 1, p. 285). A part cette mention dans al-Fihrist par abu al-Faraj, nous ne savons pas avec certitude si le texte héronien a été traduit en arabe. Sur les *Automates* de Héron. voir S. Murphy 1995

l'autre grand mécanicien arabe, Badi^c al-Zaman al-Jazari[28] intitula sa somme mécanique *Kitab fi ma^crifat al-hiyal al-handasiyya,* c'est-à-dire Le Livre de la connaissance des machines ou engins mécaniques, la mécanique étant entendue comme une branche de la géométrie, en accord avec le schéma épistémologique en vigueur à l'époque[29].

Afin de confirmer la conclusion qui semble se dégager de l'analyse lexicographique, une source précieuse, non dépouillée jusqu'à aujourd'hui, peut être mise à contribution. Il s'agit d'un texte d'al-Muzaffar al-Isfizari qui consiste en des éditions partielles et commentées des ouvrages de mécanique de ses prédécesseurs, essentiellement Héron, Philon et les Banu Musa[30]. Dans l'une des deux copies connues de ce travail[31], il porte le titre *al-Hiyal fi jar al-athqal,* qu'on peut rendre par: Sur les machines de traction des poids. Dans l'introduction de cet écrit, al-Isfizari rend cette signification encore plus explicite:

> "Nous avons réuni dans ce livre ce qui nous est parvenu des livres que les Anciens ont composé sur les catégories des machines *(anwa^c al-hiyal),* et également de ceux qui sont venus après eux, comme le livre de Philon le constructeur de machines *(sahib al-hiyal),* et le livre de Héron le mécanicien *(Irun al-majaniqi)* sur les catégories des machines par lesquelles les choses lourdes sont hissées par une faible force... Nous avons commencé par la présentation des images des machines *(suwwar*

28- Badi^c al-Zaman abu al-cIz Ismacil ibn al-Razzaz al-Jazari compléta son ouvrage en 1205-06. Il y incorpora les résultats de 25 ans de pratique des machines de diverses sortes (horloges, fontaines, machines pour élever l'eau, etc.), quand il était au service de la famille des princes Artuqides. L'ouvrage d'al-Jazari représente le point culminant de la tradition arabe médiévale de technologie mécanique. Il a été édité (al-Hasan 1979) et traduit en anglais (Hill 1974) récemment.

29- Le livre d'al-Jazari est connu sous un autre titre qui explicite encore mieux le sens de *hila* = machine : *al-Jami^c bayna al-^cilm wa al-^camal al-nafi^c fi sina^cat al-hiyal* (voir al-Hasan 1979), qu'on pourrait traduire par "Compendium de science et de pratique utile dans l'art des machines".

30- Abu Hatim al-Muzaffar b. Isma^cil al-Isfizari est un savant iranien qui a vécu aux XI^ème^-XII^ème^ (il est mort avant 1121), et dont l'oeuvre a échappé jusqu'à présent à l'attention des historiens. Il a laissé plusieurs écrits en mathématiques, mécanique et météorologie, y compris un important traité sur la théorie et la pratique de la balance : *Irshad dhawi al-^cirfan ila sina^cat al-qaffan.* Sur la vie et l'œuvre d'al-Isfizari, voir M. Abattouy 1999^a et 1999^b, où est reconstituée sa bio-bibliographie pour la première fois.

31- Ce texte d'al-Isfizari existe dans deux copies: l'une est conservée à Manchester, (John Ryland Library, Codex 351), et la deuxième existe à Hyderabad (Andra Pradesh Government Oriental Manuscripts Library and Research Institute, Codex Qc 620 H-G).

connectés en philosophie naturelle, désignent le changement et le mouvement qualitatifs, comme le réchauffement et le refroidissement, mais qui s'opèrent de façon progressive, dans le temps[26].

A la lumière de cette analyse lexicographique rapide, il s'avère que la tendance lourde dans la signification originelle de *hala*, d'où provient *hila*, est constituée par les notions de changement, mouvement, déplacement, et intervalle de temps, auxquelles sont associées les idées de machine, poids et puissance. L'ensemble de ces notions constitue, évidemment, les ingrédients de base de la mécanique, en tant que science des procédés et des engins qui exécutent un travail donné en mettant en œuvre un principe d'économie qui semble aller à l'encontre des lois de la nature. "Ruse" et "expédient" illégal ne constituent nullement, comme on l'a vu, les sens dominants attachés à la racine de *hila*, mais bien une infime partie de ses acceptions riches et variées. Seul le sens moderne de hila reflète et concentre cette dimension de la signification du mot, dont l'inflation en arabe moderne a caché derrière le voile de l'évolution historique les raisons qui ont induit, vraisemblablement dans la première moitié du IX[ème] siècle, la traduction du grec *mechané* par *hila*.

Plus généralement, *mechané* et *hila* ont subi à peu près la même évolution: à côté des sens de ruse et de machination, ils désignent aussi l'objet technique lui-même qui permet l'exécution de tels expédients, cet objet étant devenu indépendant de l'esprit qui l'a conçu[27].

Que le mot *hila* désigne une machine en arabe classique, cela est attesté par les écrits mêmes des mécaniciens arabes. Ainsi les Banu Musa ont-il intitulé leur livre de mécanique *Kitab al-hiyal* [Livre de machines], et le présentèrent effectivement comme un catalogue de machines ingénieuses. Deux siècles plus tard,

---

26- Il est possible que les noms arabes de certaines machines simples ont été dérivées selon ce shéma sémantique et conceptuel. Ainsi, le levier a-t-il été appelé *muhl* مهل (Héron 1988, texte arabe p. 43, al-Khawarizmi 1968, p. 247); or certaines formes proches de muhl désignent la distance, la longueur, la puissance (*mahl* et *mahal*), et l'entreprise d'une action avec ruse et espièglerie (*mihal*). D'autre part, *mahala* désigne la poulie, appelée ainsi selon ibn Manzur par ce qu'elle tourne et passe d'un état à un autre, d'un lieu à un autre (*tantaqil min hala ila hala*).

27- C'est aussi la même évolution qu'a connu l'ancien terme français "engin": l'*ingenium* latin a engendré l'"engin" médiéval (ruse), qui a fini par désigner l'objet technique (F. De Gandt 1996, p. 521).

côté, ᶜilm al-hiyal fut utilisé très tôt, comme on l'a vu, pour désigner la mécanique, tant pratique que théorique(24).

Que recouvrait alors le mot *hila* (حيلة) en arabe classique et pourquoi fut-il choisi pour désigner la mécanique? Plus précisément, l'expression standard consacrée *ᶜilm al-hiyal,* avait-elle quelque chose en commun avec les sens les plus courants de *hila*, à savoir ruse, artifice et expédient, ou fut-elle choisie en raison d'une affinité cachée avec l'objet même de la mécanique, comme il ressort de l'analyse lexicographique et étymologique ?

Dans ce qui suit, je ne prétends pas livrer de réponse définitive à ces questions importantes, qui nécessitent une recherche approfondie. Je ne livrerai que les résultats d'une investigation limitée, entreprise de façon fragmentaire. La consultation de certains dictionnaires et lexiques arabes classiques, comme *Lisan al-ᶜarab* [La Langue des Arabes] de Jamal al-Din ibn Manzur (1990, 1995), *Mafatih al-ᶜulum* [Les Clès des Sciences] d'abu ᶜAbdallah Mohammad b. Yusuf al-Khawarizmi (1968) et *Kitab kashshaf istilahat al-funun* [Index des termes techniques] de Mohammad al-Tahannawi (1862) a donné les résultats suivants(25).

Hila provient de la racine *hala*, qui a différents sens selon les variantes. En premier lieu, le sens du terme dans ses formes originaires *hala* حال (verbe) et *ha'il* حائل (nom) fait référence à la chose qui se meut sans changer de place. D'autre part, *tahawwala* تحول, une forme dérivée, désigne le déplacement, le mouvement avec changement de place. Dans la même lignée, *al-hal(a)* الحال(ة) n'est pas seulement la situation, l'état, mais aussi la machine (construite autour d'une sorte de roulement à billes rudimentaire: *darraja* دراجة selon ibn Manzur) utilisée pour faire faire aux enfants en bas âge leurs premiers pas. D'autres constructions, comme *hal* et *hawl* حول dénotent le temps (i. e., une durée d'une année), le poids, la puissance et l'étonnement. Deux autres formes ont des sens proches: *ihtala* احتال, vaincre l'obstacle, et *ata bi-muhal* أتى بمحال : faire quelque chose d'impossible; ce qui prépare le terrain à *hila* حيلة : expédient, artifice, truc. Sur un plan plus théorique, al-Tahannawi (1980, pp. 366-367) signale *qu'al-ihala* الإحالة et *al-istihala* الاستحالة, deux concepts

24- En plus d'être dénommés par le même vocable de *"hiyal"*, ces divers domaines et disciplines pratiques et intellectuels avaient aussi en commun d'avoir un recours systématique à l'utilisation d'un *mizan*, d'une balance, pour départager deux poids, deux mesures, deux opérations arithmétiques, deux opinions religieuses, etc.

25- On peut ajouter à ces sources arabes classiques des travaux plus récents, comme le lexique de E. W. Lane (Lane 1984), qui s'inspire justement de sources arabes similaires.

premier de ces deux derniers livres n'a pas été retrouvé encore, le second - attribué aux trois fils de Musa ibn Shakir connus pour leurs travaux scientifiques collectifs produits à Baghdad au IXème siècle, mais composé principalement par le jeune frère Ahmad[20] - constitue un des livres de mécanique les plus influents du Moyen Age islamique.

En arabe, *hila* (حيلة) veut dire ruse, artifice, expédient, stratagème, moyen d'échapper à quelque chose ou de réaliser un dessein. Dans un sens plus technique, *hiyal* (au pluriel) désigna l'ensemble des stratagèmes employés dans la guerre, dans le sens de *maka'id*. Il apparaît dans le titre ainsi que dans les textes d'ouvrages sur l'art militaire, dont le plus ancien qui nous soit connu est *Kitab al-hiyal* d'un certain al-Hartami al-Shacrani, qui le dédia au Calife al-Ma'mun (m. 833)[21]. Dans cette perspective, se développa tout un genre littéraire dans différents domaines de la pensée islamique, décrivant les ruses et les moyens pour détourner les interdits, qu'il s'agisse des moyens de résoudre certains problèmes arithmétiques (*hiyal al-jabriyya* حيل جبرية : artifices alébriques), des voies légales pour solutionner des cas difficiles dans le domaine juridique (*hiyal al-sharᶜiyya* حيل شرعية: artifices légaux)[22], et même les *hiyal* et trucs des mendiants et des faussaires décrits et dénoncés par al-Jahiz au Xème siècle et par al-Jawbari au XIIIème [23]. D'un autre

20- Voir -entre autres- ibn al-Nadim 1871-1872, vol. 1, p. 272.

21- Voir l'article *"Hiyal"* in E I2 (J. Schacht 1986, p. 510). Ce livre est mentionné dans *al-Fihrist:* voir ibn al-Nadim 1871-1872, vol. 1, p. 314, où l'on trouve même quelques détails sur le contenu du traité. Ainsi nous apprenons qu'il consistait en deux livres (*maqalatan*), le premier composé de trois parties, et le deuxième de 36 chapitres et 1025 sections ! Ce texte s'insère dans le cadre d'une tradition d'écrits arabes sur les hiyal militaires dont on peut citer pour illustration *al-Tadhkira al-harawiya fi 'l-hiyal al-harbiya* de ᶜAli ibn abi Bakr al-Harawi (m. 1215), et les deux textes anonymes *Kitab al-hiyal fi 'l-hurub wa fath al-mada'in et Kitab al-dabbabat wa al-manjaniqat wa al-hiyal wa al-maka'id.* Sur cette tradition, voir H. Ritter in Islam, vol. 18 (1929).

Au vu de ces éléments, il semble que l'évolution de la mécanique dans la civilisation arabo-islamique a connu le même schèma que dans la civilisation grecque, où elle est apparue d'abord dans le contexte des arts de la guerre, avant d'embrasser celui des mécanismes ingénieux et des machines, et intégrer, dans ce dernier stade, une dimension théorique et mathématique: voir F. De Gandt 1996, pp. 515-521.

22- Voir al-Qazwini, *Kitab al-hiyal fi 'l-fiqh,* édit. J. Schacht, Hanover, 1924; al-Shaybani, *Kitab al-makharij fi ël-hiyal,* édit. J. Schacht, Leipzig 1930. Pour une vue générale, voir J. Schacht 1926.

23- Al-Jawbari, *Kitab kashf al-asrar wa hatk al-astar* [écrit vers vers 1225], trad. franç. R. Khawam, *Le voile arraché,* Paris, 1980.

niques (ca. 1600), raille les mécaniciens peu scrupuleux qui trompent la confiance de leurs patrons en leur faisant miroiter la possibilité d'effectuer des actions qui ne soient pas en accord avec les lois naturelles[17]. Une attitude similaire pourrait être dégagée de certains textes qui ont vu le jour dans l'espace culturel arabe médiéval. C'est, comme on le verra plus bas, ce dont témoigne - d'abord - le choix du mot *hiyal* pour traduire le grec *mechané*, et ensuite - et surtout - la place particulière accordée à la mécanique dans le système des connaissances scientifiques, qui en fit une discipline physico-mathématique à part entière, comme l'astronomie, l'optique et la musique.

2. ESSAI D'ANALYSE SÉMANTIQUE ET CONCEPTUELLE : (2) *Hila-hiyal*

La détermination du statut de la mécanique dans le champ de la culture scientifique arabe classique peut être abordée par deux démarches analytiques complémentaires: (1) l'analyse du champ sémantique et conceptuel du terme *hila-hiyal*, et (2) l'exploration du statut épistémologique de *ᶜilm al-hiyal*. La première démarche prend appui sur l'examen lexicographique et étymologique des différentes connotations attachées en arabe classique au mot *hila*, qui traduisit le grec *mechané*, tandis que la seconde concerne le statut de la mécanique dans les systèmes des sciences érigés par les philosophes de l'Islam à l'époque classique.

Comme mentionné auparavant, l'expression grecque science de la *mechané* a été traduite très tôt en arabe par *ᶜilm al-hiyal* (علم الحيل). Cette appelation a été forgée très probablement à l'occasion de la traduction des ouvrages de mécanique du Pseudo Aristote, de Héron, Pappus, et Philon, qui furent rendus en arabe dans la première vague massive de la transmission gréco-arabe au IX^ème^ siècle. L'expression *ᶜilm al-hiyal* apparaît dans la traduction des Mécaniques de Héron par Qusta ibn Luqa[18], à l'époque même où plusieurs oeuvres majeures de la mécanique arabe étaient en chantier ou avaient déjà été composées, à savoir les traités d'al-qarastun de Thabit ibn Qurra et des Banu Musa, et les *Ashkal fi al-hiyal et Kitab al-hiyal* des mêmes Thabit ibn Qurra et Banu Musa respectivement[19]. Si le

17- "Il m'a semblé avoir compris que la raison de ces erreurs était principalement la croyance, que ces artisans ont eu et continuent d'avoir, de pouvoir mouvoir et soulever de trés grands poids avec peu de force, comme s'ils pouvaient, avec leurs machines, mettre en défaut la nature, dont l'instinct, ainsi que la plus ferme constitution, est qu'aucune résistance ne peut être vaincue par une force si elle n'est pas plus puissante qu'elle. Combien cette croyance est fausse, j'espère le rendre très clair avec les démonstrations vraies et nécessaires que nous aurons dans la suite" (Galileo Galilei, 1898-1909, vol. II, p. 155; ma traduction).

18 -Qusta ibn Luqa traduisit *Les Mécaniques* de Héron pour le Caliphe al-Mustaᶜin avant 866, date de la fin du règne de ce dernier. Voir à ce propos Héron 1988, pp. 30-31 et Herons 1900, p. XX.

19- Sur les écrits mécaniques de Thabit ibn Qurra , voir M. Abattouy 1997, pp. 47-48; et aussi M. Abattouy 1999[e]. *Kitab al-hiyal* des Banu Musa a été édité par al-Hasan 1981 et traduit en anglais par Hill 1979.

ment type des cinq machines simples des anciens, n'est explicable qu'en fonction des propriétés du cercle[14].

Cette conception merveilleuse de la mécanique, nous en trouvons les traces chez les chercheurs arabes. En effet, un des représentants éminents de la tradition scientifique de l'Islam, Thabit ibn Qurra (Harran-Baghdad, 836-901), dans un petit traité intitulé *Fi sifat al-wazn wa ikhtilafihi [Sur la description du poids et de sa différence]*[15], affirme que l'équilibre et le déséquilibre du poids est un objet d'émerveillement et de réflexion, à cause des singularités qui lui sont associés, car il arrive dans l'équilibre des corps des choses étranges dont la cause est cachée, au point que l'on serait enclin à en rejeter l'explication rationnelle, qui n'est mise en évidence qu'après moult examen et vérification (al- Khazini 1940, pp. 33-34).

En fait, chez Thabit, les traits de la conception merveilleuse de la mécanique ne sont rappelés que pour être niés, puisqu'ils sont susceptibles d'une explication rationnelle. Son attitude est bien différente de celle que traduisent certains passages similaires d'abu cAmr al-Jahiz[16], le célèbre littérateur et écrivain baghdadi du IX^{ème} siècle, et d'Ikhwan al-Safa, groupe de philosophes du X^{ème} siècle, auteurs des fameuses *Rasa'il*. Illustrant son propos par l'exemple du *qarastun* (قرسطون), le terme arabe classique pour la balance aux bras inégaux et à peson, Thabit affirme que cet instrument pourrait susciter l'émerveillement du non spécialiste, puisqu'un de ses bras peut supporter un poids plusieurs fois égal au poids suspendu de l'autre bras. Mais l'examen attentif de cette propriété, ajoute-t-il, met fin à toute étrangeté, puisqu'il révèle qu'elle découle de la multiplication du poids par la distance (ibid, p. 34).

La conception merveilleuse de la mécanique sera sévéremment critiquée par les savants modernes, par Galilée par exemple, qui, dans son traité *Les Méca-*

14- Sur cette analyse, voir Aristotle 1952 847 b 15-848 a 16; al- Khazini pp. 99-l. 13-100-l.2.

15- Ce texte est l'autre écrit de Thabit ibn Qurra sur les problèmes de la balance, en plus de son traité fondamental *Kitab fi 'l-qarastun*. Il n'a survécu apparemment que dans une version éditée par al- Khazini dans *Kitab mizan al-hikma* (al-Khazini 1940, Livre II, chap. 1, pp. 33-38). J'ai édité et traduit en anglais les deux textes de Thabit dans le cadre du Projet mentionné dans la n. 1; ils seront publiés avec d'autres textes arabes et latins sur la balance: M. Abattouy & P. Weinig (forthcoming).

16- Al-Jahiz (m. 869) invoqua la balance à plusieurs reprises comme une source d'énigmes et de merveilles, dans le monumental *Kitab al-hayawan* [Le Livre des animaux] et dans son opuscule polémique *Kitab al-tarbi*ᶜ *wa t-tadwir* [Livre de la quadrature et de la circularité] où il demande au destinataire de ses questions, avec une claire intention de lui poser une colle, d'expliquer comment un des bras du *qarastun* peut maintenir jusqu'à 300 *ratls* en équilibre quand il n'en pèse que 30 (al-Djahiz [1969], p. 86).

Les *Problemata* présentent une théorie construite selon les données d'une physique d'inspiration aristotélicienne, et dans laquelle la *mechané* est opposée à la nature et définie comme un art qui "nous aide à vaincre la nature dans notre propre intérêt". C'est justement grâce à cet art que l'homme parvient à dépasser les interdits naturels, comme hausser des poids lourds par une petite force[12].

Comme on le voit, pour l'auteur des Problemata le statut épistémologique de la mécanique en fait une science intermédiaire dont les problèmes sont "à la fois mathématiques et physiques, les méthodes de résolution étant mathématiques et l'application pratique relevant du domaine de la physique" (Aristotle 1952, 847 a 24-30; al- Khazini 1940, p. 99-lignes 11-13).

Dans cette perspective, les problèmes mécaniques (al-masa'il al-hilya) appartiennent en commun aux sciences mathématiques et naturelles, les premières leur fournissant les outils de l'analyse et les secondes rendant compte de leur finalité[13]. L'exemple typique à cet égard est l'action du levier, dont le poids meut le corps lourd rapidement, tandis que les propriétés géométriques du cercle en fournissent la raison.

Mais ce ne sont pas les seules propriétés géométriques du cercle qui attirent l'attention du mécanicien, mais aussi des caractéristiques plus ésotériques, notamment la rencontre des contraires dans la forme circulaire, à savoir le repos et le mouvement, le début et la fin, le haut et le bas. "Par conséquent, il n'y a rien de répréhensible à affirmer que le cercle constitue le début et l'origine de toute merveille". La source de ces considérations est évidemment le statut du cercle dans la philosophie naturelle aristotélicienne. Ensuite, Pseudo Aristote enchaîne par l'application pratique de ces propriétés en affirmant que la balance, qui est l'instru-

---

12- J'utilise pour le texte des *Problèmes mécaniques* la traduction anglaise effectuée par E. S. Forster et éditée sous la supervision de W. D. Ross (voir Aristotle 1952) et la version arabe abrégée éditée par al-Khazini 1940. Le passage cité ci-dessus correspond au paragraphe 847 a 10-22 dans Aristotle 1952 et à la p. 99-lignes 7-11 dans al-Khazini 1940.

13- Une conception similaire se retrouve chez al-ᶜAmiri (m. 991) dans son livre *al-Iᶜlam bi-manaqib al-islam* [L'Information à propos des vertus de l'Islam] (édit. A. Ghurab, Le Caire, 1967), où il affirme que la mécanique appartient autant aux mathématiques qu'aux sciences naturelles. De la même façon qu'al-Farabi et ibn Sina (voir plus bas, sect. 3), al-ᶜAmiri regroupe la mécanique, en tant que branche des mathématiques, avec l'arithmétique, la géométrie, l'astronomie et la musique.

De ce schéma conceptuel témoigne un traité grec de mécanique intitulé *Problemata mechanica* [Problèmes mécaniques] attribué à Aristote, mais composé très vraisemblablement par un de ses disciples ultérieurs(9). La version grecque de ce texte fut éditée en 1497 à Venise à partir d'un manuscrit apporté de Byzance; elle fut traduite en latin à plusieurs reprises et abondamment commentée par les auteurs de la Renaissance, exerçant ainsi une influence considérable sur les débats mécaniques en Europe au XVIème siècle(10).

Traduit partiellement en arabe, le texte des *Problemata Mechanica* du Pseudo Aristote était connu aux scientifiques de l'Islam classique, qui eurent accès au moins à un texte plus ou moins similaire à la version abrégée éditée par ᶜAbd-ar-Rahman al-Khazini (Khurasan, XIIème siècle) dans le Livre V de sa célèbre *Balance de la Sagesse [Kitab mizan al-hikma]* (al-Khazini 1940, pp. 99-100). Cette version contient pour l'essentiel les chapitres 1 et 2 des *Problemata,* là où sont exposés les fondements de la conception péripatéticienne de la mécanique. Partant d'une tradition bien établie à son époque, l'éditeur musulman intitule le texte *Nutaf min al-hiyal [Des éléments de mécanique]* et l'attribue directement à Aristote. Il ne s'embarasse d'aucune explication particulière, de type éditorial ou conceptuel, par exemple sur la paternité du texte ou les conditions de sa transmission à la culture arabe, ou sur le terme de *hiyal*(11). Il se contenta de reproduire la quintessence de la partie introductive du texte pseudo-aristotélicien, affirmant que la mécanique regroupe les phénomènes et les actions dont les gens s'émerveillent, qu'il s'agisse de phénomènes qui arrivent de façon naturelle ou en désaccord avec la nature, ces derniers étant produits par l'art *(sinaᶜa)* pour le bénéfice de l'homme. C'est ainsi que dans toute action mal-aisée, on a recours à des artifices *(hiyal sinaᶜiyya),* ce qui explique que des petites forces puissent vaincre des résistances élevées.

9- Ce texte est considéré comme le premier écrit de mécanique de l'Antiquité qui nous soit parvenu. Présenté sous la forme d'un recueil de questions et de problèmes, qui sont traités de façon inégale et peu rigoureuse, le noyau central du texte porte sur les machines (le levier, la balance, le gouvernail des bateaux, le cabéstan à contrepoids, le coin, la hache, le casse-noix, les poulies, etc.), et accorde une attention spéciale aux problèmes de l'équilibre, qui sont présentés sous des formes variées. La théorie des machines est bâtie sur leur réduction à la balance, qui est à son tour expliquée par le levier, réduit -enfin- aux "propriétés merveilleuses" du cercle. Pendant longtemps, les *Problemata mechanica* furent attribués directement à Aristote, mais à partir de la seconde moitié du XIXème siècle il fut admis que le texte est de seulement de provenance péripapéticienne. Cependant, plus récemment, certains chercheurs défendirent de nouveau la thèse de la composition du texte par Aristote. Sur ce débat, voir Micheli 1995, pp. 23-35, 133-152.

10- Sur ce point, voir P. Rose & S. Drake 1971.

11- La version arabe des *Problemata mechanica* est étudiée dans Abattouy 1999d.

la littérature hellénistique, *mechané* est toujours associé à la référence à telle ou telle des machines simples ou composées, notamment aux machines de guerre et d'usage belliqueux, mais aussi aux instruments de représentation théatrale destinés à réaliser des effets scéniques qui étaient particulièrement appréciés par le public[6]. A la même époque, *mechané* servait aussi à désigner les instruments utilisés dans l'exercice d'un art *(techné)* déjà assez bien développé, la médecine, comme en témoigne amplement le *Corpus hippocraticum*. De même, le terme se rencontrait aussi dans les manuels de géométrie, soit pour indiquer un procédé spécial pour la construction de figures et la solution de problèmes, qui implique l'usage d'instruments spécifiques, ou bien ces mêmes constructions et solutions ainsi obtenus. Dans ce registre, le traitement "mécanique" était réservé à certains problèmes géométriques réputés complexes qui ne sont pas solubles par la règle et le compas, comme la duplication du cube, qui équivaut à trouver deux moyennes proportionnelles entre deux segments donnés[7].

Dans les écrits médicaux de la haute antiquité, un effet d'émerveillement est associé aux machines désignés par le vocable *mechané*, du fait notamment que les instruments chirurgicaux ainsi désignés se substituent à la nature et ajoutent à la force de l'homme, en résorbant par exemple avec grand succès les effets des fractures. Une telle idée se rencontre aussi dans une autre catégorie des écrits de la littérature hellénistique, où sont exposés précisément la théorie, la description et le fonctionnement des instruments qui constituent le champ d'investigation de la mécanique en tant que discipline autonome. En effet, dans les écrits mécaniques des Héron, Pappus, et Philon de Byzance[8], la machine est étroitement associée à un effet singulier en mesure de susciter stupeur et émerveillement.

6- Comme en témoignent les travaux d'Hérodote, Aristophane, Thucydide, Diodore de Sicile: voir Micheli 1995, pp. 12-16.

7- Ma source d'inspiration principale dans l'analyse précédente du champ sémantique et conceptuel de *mechané* dans la pensée grecque est l'excellent travail de Micheli 1995, notamment les chap. 1 et 2; mais aussi F. De Gandt 1996, pp. 520-521 et Bourgne 1986.

8- Héron, Vitruve (vers 30 AEC), Pappus et Philon sont les auteurs d'importants traités mécaniques antiques. Philon de Byzance (230 AEC), en maîtrisant les techniques de son époque, orgues hydrauliques, vases communicants, siphons, récipients à niveaux constants, invente des dispositifs complexes dans un domaine qui portera après lui le nom de "pneumatiques", traduit en arabe par *"al-alat al-ruhaniyya"* (les machines spirituels), parce qu'ils fonctionnent selon le principe de l'impossibilité du vide. Les *Pneumatiques* de Philon furent préservés en arabe sous le titre *Kitab Filun fi al-hiyal al-ruhaniya wa majaniq al-ma'*: voir l'édition et la traduction de ce texte par Carra de Vaux 1903; voir aussi Philon 1899 et Philon of Byzantium 1974. Pour sa part, Pappus (né vers 320), fut le dernier grand mathématicien de l'école d'Alexandrie. Son ouvrage principal, *La Collection mathématique*, est un exposé systématique en 8 livres dont le dernier traite de mécanique. Ce livre sur la mécanique fut traduit en arabe sous le titre *Madkhal Babus ila 'ilm al-hiyal* [L'Introduction de Pappus à la science de la mécanique] et était connu indépendamment du reste de la *Collection*: voir Pappus 1970, et aussi la traduction française du texte grec dans Pappus 1933, vol. 2, pp. 809-883. Sur la question de la transmission du corpus mécanique grec à la culture arabe classique, voir M. Abattouy 1999c.

des deux termes est pleinement affirmée dans les *Hymnes homériques*. Cependant, l'aptitude à trouver et à faire usage des *méchanai* a une valeur ambiguë: elle est appréciée comme telle, mais peut être entendue de façon négative, selon les buts poursuivis, simple astuce ou tromperie pour vaincre un adversaire par des moyens déloyaux. Dans ce dernier cas, les *méchanai* recouvrent des stratagèmes inavouables comme les ruses et les machinations qui ont cours dans les relations humaines.

Dans la suite, la stabilisation de la signification du terme se traduisit par le rejet de l'ambiguité sémantique: *mechané* en vint à désigner dans les textes grecs ultérieurs "moyen" et "instrument". Mais surtout il émergea, avec une signification distincte, une forme particulière du terme, qui se rapporte à la construction d'objets matériels ayant des fonctions étranges et singulières, et qui servent à faciliter l'activité humaine. En vérité, il s'agissait d'objets qui, compris depuis comme des machines, existaient déjà et faisaient partie de l'activité quotidienne. Un exemple typique en est le levier. Héron (Alexandrie, vers 125 av. l'ère commune [AEC]) pensait qu'il s'agissait de la première machine que l'on ait inventé, et avait même cherché à en reconstruire la genèse en la réduisant à une série d'opérations bien déterminées(4).

Plus généralement, *mechané* continuait à désigner plus proprement non pas tant un instrument utile pour la réalisation d'un travail qu'un objet matériel suffisamment compliqué au point d'intégrer en soi la *métis* de l'inventeur. Un écho significatif de cette tendance se trouve dans l'étymologie que donne Platon du vocable *mechané* dans *Cratile,* qu'il dit être dérivé de deux mots grecs qui signifient "parvenir à un résultat de grande ampleur"(5).

Cependant, vers la fin du Vème siècle, les objets et les opérations spécifiques désignés par le terme *mechané* devenaient de plus en plus nombreux. Ainsi, dans

---

4- Voir Héron 1988, pp. 43-44, 51-53 (texte arabe), pp. 117-118, 128-132 (trad. franç.); et Herons 1900, pp. 97-99, 113-120. *Les Mécaniques* de Héron n'existent que dans la version arabe traduite à partir du grec par Qusta ibn Luqa al-Baʿlabaki (Baghdad et Arménie, ca. 820-ca. 912) au IXème siècle sous le titre *Fi Rafʿ al-ashya' al-thaqila* [Sur l'élévation des charges lourdes]. Le texte arabe a été édité et traduit en français par le baron Carra de Vaux: "*Les Mécaniques ou l'élévateur de Héron d'Alexandrie,* publiées pour la première fois sur la version arabe de Qusta ibn Luqa et traduites en français par M. le baron Carra de Vaux", *Journal Asiatique,* 9ème Série (1893), vol. 1: pp. 386-472 ; vol. 2: pp. 152-209 and pp. 450-514; publié ensuite dans un seul volume (Paris: Imprimerie Nationale, 1894). C'est cette édition-traduction qui fut publiée récemment: Héron 1988. Il existe aussi une seconde édition, accompagnée d'une traduction allemande, faite par L. Nix et W. Schmidt sur la base d'autres manuscrits; elle est publiée dans les *Oeuvres complètes* de Héron: voir Herons 1900.

5- Voir Micheli 1995, p. 11. Pour plus de détails sur les usages et les sens de *mechané* chez Platon, voir Bourgne 1986.

née, la mécanique (علم الحيل). En effet, dans les systèmes des sciences édifiés par les auteurs arabes médiévaux, et notamment dans la célèbre classification des sciences d'al-Farabi, la mécanique est considérée pour la première fois comme une discipline mathématique à part entière.

1. ESSAI D'ANALYSE SÉMANTIQUE ET CONCEPTUELLE : (1) *Mechané*

Dans son acception générale comme dans son acception technique, le terme "mécanique" a comme référence, directe ou indirecte, la machine, en particulier le type d'opération déterminée impliqué par tel ou tel type de machine. L'origine de la machine est certainement empirique et elle est née de l'exigence de la vie pratique, qui pousse à la création d'engins matériels diversement agencés, de nature à faciliter la satisfaction des besoins. Comme telle, la machine a été assez rapidement considérée dans la pratique humaine comme un donné empirique, mais difficile à élaborer conceptuellement, et qui donne lieu à des explications où priment les facteurs d'émerveillement, de l'étrange et même de l'irrationnel.

Le vocable grec *mechané* duquel dérive le terme "machine", indiquait originairement le résultat d'une action conduite avec une efficacité particulière et qui donne des résultats surprenants. C'est le fruit d'une intelligence perspicace qui fait usage de moyens inhabituels, trouvés avec sagacité, pour réaliser un effet non prévisible. La qualité intellectuelle qui permet de trouver les *mechanai* a son champ de prédilection dans les activités pratiques (guerres, activités politiques, travaux manuels, etc.); c'est la qualité par laquelle le faible réussit à vaincre dans des situations difficiles, autremant insurmontables. Il s'agit en somme de ce type d'intelligence désigné aussi par le terme *métis*, qui est une forme d'intelligence et de pensée, un mode de connaître et de se comporter[3]. L'homme doté de la *métis* est en effet capable de résoudre à son avantage n'importe quelle situation, même la plus critique, précisément parce que, ne pouvant utiliser les moyens habituels pour résoudre un problème, il trouve avec son génie les expédients *(méchanai)* par le moyen desquels il parvient à un résultat qui lui est favorable.

L'affinité entre la *métis* et la capacité de trouver des *méchanai* est déjà présente dans les textes homériques. Ulysse, qui possédait la *métis* à un degré supérieur, est désigné soit avec le terme *polymétis,* soit avec celui de *polyméchanos*. L'identité

3- M. Detienne & J.-P. Vernant 1974, *Les ruses de l'intelligence. La métis des Grecs,* Paris : Flammarion; cité par Micheli 1995, p. 9.

MECHANÉ (μεχανε) *VS HIYAL* (حيل) : ESSAI D'ANALYSE SÉMANTIQUE ET CONCEPTUELLE[1]

Mohammad Abattouy

Faculté des Lettres, Dhar el-Mehraz, Fès
Max Planck Institut für
Wissenschaftsgeschichte, Berlin

Le but de cet article est d'entreprendre une exploration préliminaire du champ sémantique et conceptuel du terme *hiyal* (حيل), qui traduisit en arabe, au début de l'époque classique, le grec *mechané*. L'analyse de la dichotomie *mechané* vs. *hiyal* est de nature à éclairer l'évolution du champ sémantique du vocable "mécanique" dans sa transmission du grec à l'arabe[2]. Mettant en exergue les significations qui lui furent associées en grec ancien et les critères qui ont guidé le choix du terme *hiyal* pour le traduire en arabe, une telle analyse met en lumière les glissements sémantiques qui accompagnèrent cette traduction, auxquels s'est ajouté un bouleversement similaire au niveau du statut épistémologique de la discipline concer-

1- Cet article fait partie des recherches que je mène en collaboration avec le Groupe *Frühe Neuzeit* dirigé par le Dr. Jürgen Renn à l'Institut Max Planck d'Histoire des Sciences à Berlin. Le travail du Groupe vise à reconstruire l'histoire de la mécanique depuis l'Antiquité jusqu'au début des temps modernes. Dans le cadre de ce projet global, et en collaboration avec P. Weinig, je couvre la tradition de la mécanique arabe médiévale à partir du IX^ème siècle, qui est pour la première fois reconstituée dans toute son ampleur, et étudiée en comparaison avec les traditions grecque et latine (MPIWG, Abteilung I, Project I/3: *Arabic Transformation of Mechanics*).

2- Cette démarche d'analyse dichotomique pourrait être réitérée à propos d'une multitude d'autres couples de termes grecs et arabes. J'ai l'intention de l'appliquer prochainement au couple *techné/ sinaʿa* (صناعة).

absolument continue" (12). D'un autre côté, et comme cela fut déjà signalé, l'imagination s'active sur la portion Ibérie-Inde du parallèle fondamental, portion importante (13) mais inconnue. Cet espace totalement ou partiellement marin peut être saisi par le biais d'images en fonction de critères rationnels sûrs. En effet, les zones de l'ensemble du parallèle de Rhodes jouissent de caractères communs, (même portion en latitude de la mer Extérieure, même climat, mêmes possibilités de la vie). A propos des régions habitables, "la première est celle où nous vivons, nous les hommes connus par le biais de l'exploration, la seconde est celle qu'habitent ceux que l'on appelle les *Périèques* : vivant dans la même zone tempérée que nous, ils habitent sur le versant du parallèle qui est en apparence sous la terre" (14).

En substance, cet espace terrestre habitable, saisi par l'imagination dans le prolongement du parallèle fondamental est nécessairement isolé de l'*Oikoumène* par deux mers : à l'Est en face du bord oriental de l'Inde, à l'Ouest en quittant le détroit des Colonnes. De quel espace est-il question ? D'une zone tempérée, habitée par les Périèques, inexplorée à cause de l'immensité de la mer Atlantique et "du fait qu'il n'y a jamais eu de rencontre entre bateaux naviguant en sens inverse" (15). Ça sera plus tard le domaine des Indes Occidentales ou le Nouveau Monde traversé par le même parallèle de Rhodes.

12- Aristote, *Météorologiques*, II, 5, 25-30.

13- La distance Ibérie-Inde à travers l'Océan Atlantique est inférieure au double de la longueur du monde habité, c'est-à-dire à moins de 78.000 stades x 2 = 156.000 stades sachant que le parallèle fondamental (Rhodes) mesure dans sa circonférence entière 200.000 stades.

14- Cléomède, *Théorie élémentaire*, I, 2, 2.

15- Strabon, I, 1, 8.

que "sous chacun de cercles célestes, se projette son homonyme terrestre [...]. On procède de même pour définir les tropiques et les cercles arctiques, là du moins où il existe des cercles arctiques : c'est par leur nom du ciel que l'on désigne ceux de la terre qui en sont la projection chacun à chacun. Etant donné que l'équateur coupe en deux la totalité du ciel, nécessairement la terre est aussi divisée en deux par l'équateur terrestre"(7).

Ainsi après la projection des cercles célestes sur la surface du globe terrestre, on était en mesure de poser des hypothèses, de faire appel à la géométrie pour généraliser et démontrer ce qui échappe à l'observation, usant du raisonnement jusqu'aux conséquences les plus subtiles. C'est là qu'intervient l'imagination guidée par la pensée rationnelle pour une meilleure approche des espaces marins et terrestres et de leurs différents phénomènes. Et, grâce à la notion des antipodes (8), on était sûr de l'existence de quatre mondes habités de part et d'autres du cercle de l'équateur. En outre, "nous appelons monde habité, celui que nous habitons et connaissons" (9) d'un autre côté, "les faits observés dans les voyages par mer et par terre, confirment que la longueur de la zone habitable l'emporte de beaucoup sur sa largeur" (10). Cet **Oikoumène** s'étend le long du parallèle 36° ou parallèle de Rhodes, depuis le bord oriental de l'Inde jusqu'au bord ocidental de l'Ibérie et de la Maurusie.

C'est dans ce contexte de l'hémisphère boréal, que l'imagination va fonctionner dans l'approche de l'autre monde habité se déployant sur le même parallèle de Rhodes, au-delà des Colonnes d'Hercule à travers l'immensité de la Mer Extérieure. En effet, "il nous serait possible d'aller par mer d'Ibérie jusqu'en Inde : Il suffirait de suivre le même parallèle et de parcourir la section qui reste" (11).

Ce second monde septentrional habité ne se distingue point du premier sur le plan du climat, "mais c'est à cause de la mer, semble-t-il, bien que les zones situées au delà de l'Inde et celles qui sont au delà des Colonnes d'Hercule ne se rejoignent pas, et c'est elle qui empêche la Terre d'être habitée d'une manière

---

7- Strabon, *Géographie*, II, 5, 3.

8- Les antipodes étaient la région opposée de la terre, symétrique par rapport au centre et située sur le même diamètre. Pythagore est le premier à avoir enseigné les antipodes (Diogène Laërce VIII, 1), Notion qu'on retrouve par la suite chez Platon (Timée, 631).

9- Strabon, I, 4, 6.

10- Aristote, *Météorologiques*, II, 5, 15-20.

11- Strabon, I, 4, 6.

C'est sous cet éclairage que l'imagination fut placée au centre de la connaissance scientifique en saisissant davantage le réel. Ainsi cette faculté "ne devient sublime que, lorsque elle s'approche de la raison, en lui-même l'imaginaire n'a pas de valeur"[2]. Etant donné que le général est plus accessible par le biais de la raison, alors que le particulier est fonction de l'image que l'on s'en fait, il s'avère donc logique que le rôle du mouvement rationnel consiste à intégrer le particulier dans l'universel, l'élément dans le tout ou la partie dans l'ensemble[3]. En d'autres termes, la raison tend à rendre l'image plus rationnelle, conformément aux Lois régissant le Cosmos et la Nature. Plus l'image obéit à l'ordonnance universelle, plus elle s'approche de la réalité objective. On aboutit en ce sens à une forme de dialectique entre la raison et l'image, la pensée et la sensation, la vérité et des représentations mentales, enfin entre la science et une autre conception qui s'y oppose. En somme cette idée devient plus explicite, lorsque l'imagination "loin de rompre avec la réalité (...) est une étape dont les philosophes, s'ingénient à démontrer l'adéquation au réel, avec la notion de représentation compréhensive. La *phantasia* est un mode de saisie de la réalité, non un mode d'écart"[4].

Ainsi conçue, l'imagination va contribuer activement dans l'élaboration d'une cosmographie d'origine philosophique. Les Anciens étaient persuadés dans le cadre d'une vision d'ensemble, qu'il fallait imaginer une liaison cohérente de la terre avec le ciel dans une unité universelle. Le monde forme un ensemble où tous les phénomènes sont liés. Tout est un [5]. Il y a donc une âme de l'Univers. Les Grecs qui admettaient la rotondité de la terre, concevaient en même temps la présence autour de celle-ci d'une sphère étoilée. Et dans cette tentative de l'approche cosmologique, l'imagination a fait appel à la notion de **mimesis** ou imitation qui a eu pour champ d'investigation le général et non le particulier ; c'est pour cela, qu'elle demeure philosophique. Le globe terrestre "devenait ainsi une réplique de la sphère céleste"[6]. Comment cela ? L'érudition grecque propose

2- Mireille Armisen, "La notion d'imagination chez les Anciens, I, Les philosophes", *Pallas*, 26, 1979, p.51.

3- Aristote, *Physique*, I, 5, 189 a.

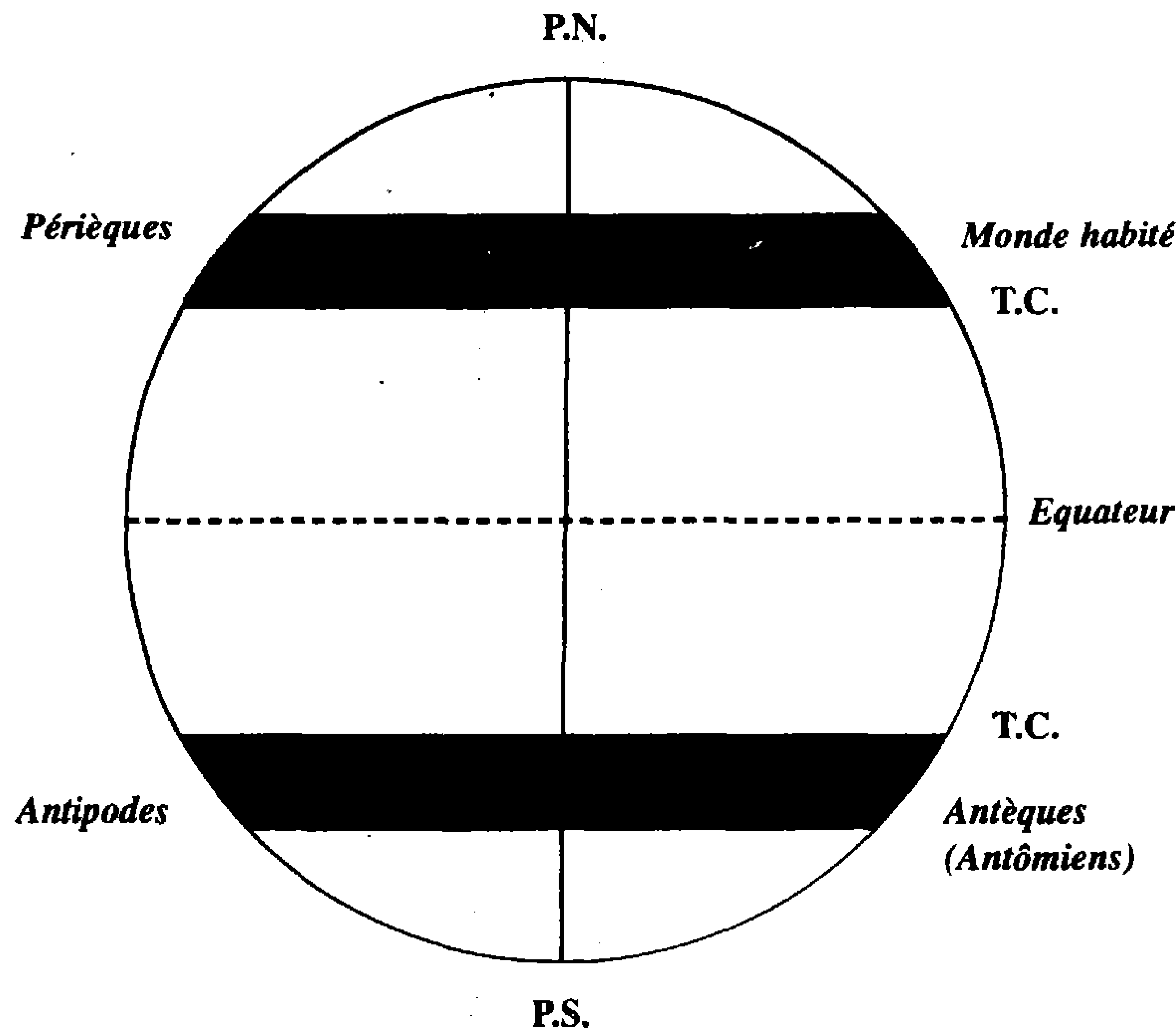
4- Mireille Armisen, *Ibid*, p.43.

5- A propos de l'unité du monde, les sources littéraires signalent : "par essence en effet, la géographie touche à la fois à l'étude de la cosmographie et à celle de la géométrie, unissant ce qui vit sur terre à ce qui se meut dans le ciel, les ramenant à l'unité comme s'ils étaient tout proches et non séparés comme le ciel l'est de la terre". Strabon, *Geographie*, I, 1, 13.

6- G. Aujac, "Les représentations de l'espace géographique ou cosmologique dans l'Antiquité", *Pallas*, 28, 1981, p. 12.

source d'erreur, lorsque celle-ci émane de l'influence d'une pensée subjective sur la raison plus impersonnelle. Et c'est à juste titre qu'on a pu affirmer qu'un être purement raisonnable ne saurait se tromper. Cela est conforme à toute démarche scientifique visant le progrès des connaisances. En effet, il est impératif d'avoir présent à l'esprit, le principe selon lequel il faut "résister à l'attrait de l'extraordinaire et du merveilleux, s'attacher à la vérité pour elle-même, et ne rien raconter qui s'en écartât"(1).

Fondement théorique de l'existence des Pèrièques, des Antipodes et des Antèques



- *Parallèle de Phodes (36°)*

Les cinq zones terrestres et les quatre régions habitées

(Schéma El Mostapha Moulay Rchid)

1- Polybe, *Histoire*, III, 58.

LE ROLE DE L'IMAGINATION DANS LE PROGRES DE LA PENSEE GEOGRAPHIQUE ANTIQUE

El Mostafa Moulay Rchid
Faculté des Lettres - Rabat

Une tentative d'approche d'une conception que se font les philosophes modernes de l'imagination nous permet probablement de cerner celle admise par des penseurs antiques. On propose souvent à ce sujet que l'imagination peut être d'une part reproductrice, donc passive, identique à la mémoire et d'autre part, créatrice, ayant l'aptitude de construire avec les données fournies par l'imagination reproductrice, des représentations nouvelles. En somme, il est question de combiner des images ne représentant rien de concret ou de réel. On se retrouve dans ce cas devant une faculté ayant une sorte de capacité inventive en général.

Pour la philosophie grecque, tendre à maîtriser une imagination spontanée, libre jusqu'à la fantaisie, suppose un effort inlassable afin d'éviter l'erreur qui consiste à unir en une synthèse ou une composition ce qui ne peut être uni. L'erreur implique dans ce sens, la croyance à la valeur objective d'une représentation ne correspondant point à la réalité, ou plutôt à des relations réelles indépendantes du sujet qui imagine. Il est question dans ce contexte de l'option réaliste pour laquelle la vérité est l'adéquation de l'esprit à l'objet ou la relation exacte des représentations et des manifestations phénoménales de la chose en soi. D'où la méfiance chez les Anciens, à l'égard d'une imagination, proche d'une

BIBLIOGRAPHIE SELECTIVE

BARREAU, H. (1985) "Les théories philosophiques de la connaissance face à la relativité d'Einstein" *in Communications,* 41, pp. 95-110, Paris, Seuil.

BARTHES, R. (1970) *L'empire des signes,* Paris, Skira.

CLAVEL, M. (1978) *Deux siècles chez Lucifer.* Paris, Seuil.

D'ESPAGNAT, B. (1976) *Conceptions de la physique contemporaine.* Amsterdam, Benjamins.

Einstein, A. (1979) *Comment je vois le monde.* Paris, Flammarion, trad. de Régis Hanrion.

GREIMAS, A.J. (1976) *Sémiotique et sciences sociales,* Paris, Seuil.

KANT, E. (1781) *Critique de la Raison Pure,* Paris, Garnier-Flammarion, 1976.

LESTIENNE, R. (1985) "L'espace perdu et le temps retrouvé" *in Communications*, 41, pp. 5-25. Paris, Seuil.

OLLIER, C. (1979) *Marrakch medine,* Paris, Flammarion.

PRIGOGINE, I. (1981) *Physique, Temps et Devenir.* Paris, Masson.

PROUST, M. (1927) *Le temps retrouvé.* Paris, Gallimard, 1980.

VIGIER, J. P. (1985) "Le matérialisme d'Einstein et l'aether de Dirac" *in Communications,* 41, pp.27-61. Paris, Seuil.

> "Si tu veux regagner le centre au plus court, tu prends le sens unique sous la muraille au nord et frayes comme tu peux ta voie sur l'asphalte luisant dans le flux des vélos et des charettes, repassant sous une porte, sinuant d'un bord à l'autre du quartier surpeuplé, contournant pour la centième fois la mosqué splendide où tu ne peux entrer, longeant à droite le mellah, à gauche la muraille rouge du vieux palais ruiné, muraille close, formidable, bientôt doublée de celle de la Kasbah — et dans l'intervalle entre les murs épais, gigantesques, se projette brièvement un trajet de rêve, relance de désir ancien, de fuite diurne dans la cité la plus fermée du monde"
>
> *Marrakch Médine (1979)*

Alors une question se pose : la ville rouge, Marrakech, appelée affectueusement par ses habitant *al-Bahja*, c'est-à-dire la joie ou la gaieté, est-elle une ville ouverte ou fermée ? L'espace est le même, seules l'angle de vision et la perception diffèrent...

champs lexicaux et conceptuels de Trier confirment cette tendance à l'emprunt d'un langage spatial, non défini, pas plus qu'il n'est axiomatisé. En outre, nous savons que le fonctionalisme de Martinet, le distributionalisme de Harris, la linguistique structurale de Tesnière ou la grammaire générative et transformationnelle de Chomsky, voire les grammaires post-génératives recourent à la spatialisation (citons, à ce sujet, la segmentation syntaxique chez Harris, le découpage monématique d'un Martinet, l'actance de Tesnière, les schémas arborescents des générativistes et les hypothèses localistes des post-générativistes).

La sémiotique, digne héritière de la linguistique structurale, est imprégnée par la topologie même si elle repose — théoriquement parlant — sur une base conceptuelle, fortement axiomatisée. Les diverses pragmatiques, narratologies et analyses de discours inscrivent leur faire dans la continuité de la linguistique et non pas en rupture avec celle-ci. Par voie de conséquence, le problème n'est ni méthodologique ni théorique ; il est essentiellement épistémologique. D'où la nécessité de recourir à une évaluation raisonnée des appareils conceptuels et des procédures analytiques à même d'assainir les bases théoriques des modèles en question.

Pour conclure, il faut dire que la notion d'espace, avec ses modes de fonctionnement et d'articulation à l'intérieur des sciences — physiques, biologiques et humaines — n'a pas fini de nous étonner et de mettre à mal les éctrafaudages théoriques les plus puissants. Cette notion est au carrefour des diverses interrogations de l'homme sur sa destinée, sur le monde dans lequel il vit et sur la société dans laquelle il évolue. C'est pourqoui les savants et les écrivains, sans oublier les artistes, ont à cœur le problème de l'espace.

Ecoutons la voix de certains d'entre eux.

• MARCEL PROUST :

"Seule la perception grossière et erronée place tout dans l'objet, alors que tout est dans l'esprit".

Le temps retrouvé (1980)

• ALBERT EINSTIEN :

"La croyance en un monde extérieur, indépendant du sujet qui le perçoit, est à la base de toute science de la nature".

Comment je vois le monde (1979)

qu'elles ne peuvent servir d'accès ou encore être considérées comme des fenêtres. A l'opposé, l'habitat esquimau prévoit, quant à lui, un accès souterrain avec là aussi un mur sans "trou". Dans le cas des *pueblo*, la terrasse n'est pas un toit, mais un autre "sol", une possibilité d'accès et de cheminement d'une habitation à l'autre.

• ***Exemple 3 :*** Les cités antiques, arabo-musulmanes, ou *médina*, combinent, du fait du brassage culturel, les deux modes : la clôture de la porte principale et l'ouverture virtuelle de la terrasse. Ses *médinas* de Rabat, Salé, Fès, Méknès, Marrakech ou Tétouan illustrent admirablement cette vision de l'espace urbain.

• ***Exemple 4 :*** La cité japonaise ancienne offre une conception originale du centre de la cité. R. Barthes dans *L'empire des signes* rapporte cet élément spatial en mettant en exergue l'opposition entre la cité européenne antique, focalisée sur un centre plein — politique, institutionnel, religieux, commercial, culturel — et la cité japonaise, dotée d'un centre vide et d'un périmètre urbain expansif, siège de l'activité tous azimuts.

Tout bien considéré, la cité antique ou la ville moderne, voire la métropole cosmopolite symbolise, sur les plans de l'urbanisme et de l'aménagement de l'espace urbain, un modèle culturel, pourvu d'une signification et de valeurs. Pour illustrer cette idée, on peut réfléchir sur le cas de figure qu'offre la ville de Brasilia. Celle-ci peut être interprétée comme un modèle de modernité, à l'époque de sa construction, en continuité ou en rupture avec les visions et les pratiques urbanistiques et architecturales antérieures.

Par ailleurs, si l'on regarde, maintenant, du côté des disciplines techniques, à prétention scientifique affichée comme la linguistique, la sémiotique ou l'analyse de discours, on remarque qu'elles n'échappent point, dans leurs métalangages respectifs et leurs procédés d'analyse à la "langue spatiale". La linguistique saussurienne avec les concepts de synchronie, paradigme, linéarité, discontinu ne déroge point à ce constat. Même la problématique du signe linguistique, empreinte de référentialité, se trouve visualisée spatialement par le fameux triangle d'Ogden et Richards[8]. Les

8- Ogden et Richards (1946) *The Meaning of Meaning.* London, R.P. Trench - Truber ed.

jouent les drames et les destins des êtres vivants, il est des contextes particuliers où le Haut n'est plus connoté positivement. A Rio de Janeiro, au Brésil, le haut des collines abrite les exclus, les marginaux et les pauvres de la métropole brésilienne alors que les quartiers bourgoies sont situés vers le Bas. A Paris, les chambres des bonnes, louées aux étudiants, jouxtent les terrasses des immeubles bourgeois de l'époque.

De manière générale, les anthropologues considèrent l'espace et le temps comme des catégories déterminant la perception et la compréhension du monde physique. Cette perception est culturellemnt codée. Elle amène le descripteur-analyste à comprendre puis à élucider les données logiques d'une cosmologie particulière (Cf. Travaux de Sapir, Whorf, Hallpike, Lévi-Strauss). Sur un plan urbanistique et architectural, cela se traduit par les différents modèles de la cité [(7)]: cité grecque, égyptienne, romaine, musulmane, mexicaine, colombienne, etc.

Quelques exemples pour illustrer cela :

- ***Exemple 1 :*** Le modèle de la cité grecque est significatif. C'est un modèle à l'intérieur duquel l'espace est conçu comme hétérogène articulant d'un côté un espace fermé (ou clos), stable (ou fixe), interne déterminant une centralité, individuelle et collective ; et, de l'autre côté, un espace ouvert, instable (caractérisé par le mouvement, le déplacement, le changement d'état), externe et périphérique. Le premier est l'espace du "dedans", de la féminité. Il est symbolisé par Hestia. Le second est l'espace du "dehors", de la masculinité et de Hermès. Hestia, rappelons-le, est la gardienne du foyer. Elle symbolise le lignage, la naissance et le centre de la maison. A l'opposé, Hermès est le messager des dieux, habitant le ciel et ne connaissant aucune clôture. On le rencontre un peu partout, à la porte, au seuil des habitations, aux carrefours, sur les chemins, aux portes des temples et de la cité.

- ***Exemple 2 :*** Les *pueblo* Hopi, dont l'accès s'effectue par la terrasse, à l'aide d'échelles, sont une autre manière de concevoir l'espace collectif. Il n'y a pas d'ouverture dans le mur. Celui-ci comporte, néanmoins, des ouvertures minimes (comme sources de lumière, d'aération). Elle sont si petites et si hautes

7- Carlo Severi (1985) "Penser par séquences, penser par territoires" *in Communications,* 41, pp. 169-190.

> "Toute étude topologique est, par conséquent, obligée de choisir, au préalable, son point d'observation, en distinguant le lieu de l'énonciation du lieu énoncé et en précisant les modalités de leur syncrétisme. Le lieu topique est à la fois le lieu dont on parle et à l'intérieur duquel on parle"[6].

La problématique de l'énonciation, avec un énonciateur — dûment reconnu ou implicitement installé comme c'est le cas du discours scientifique se voulant neutre ou objectif — un énonciataire, un lieu et un mode d'énonciation est au centre de la problématique de l'objectivation des sciences humaines en général et des sciences sociales en particulier.

De son côté, l'ethnologie prend conscience de ce fait, de plus en plus, en s'interrogeant sur le rôle, la perception et la compréhension de l'ethnologue-descripteur. Cette mise en question de soi — de ce qu'on a appelé l'ethnocentrisme — accompagnée d'une revalorisation de la culture de l'autre, reconsidérée comme un espace signifiant ayant ses règles de conduite et ses normes de valeur a permis de mieux comprendre l'articulation du sacré et du profane dans les sociétés dites archaïques et même, ce qui peut paraître étonnant, le rapprochement du sacré et du profane dans les sociétés modernes. Y. Lotman a bien démontré ceci par l'usage et la destination des textes et des discours. Ce sont bien les énonciataires-destinataires des textes qui décident, en définitive, du caractère sacré ou profane, didactique ou esthétique des textes. Autrement dit, ce sont bien les attitudes connotatives du lecteur, positionné dans un contexte culturel déterminé, qui orientent la réception des textes.

Dans toutes les sociétés, il faut relever l'importance des langages spatiaux par le biais desquels les sociétés cherchent à se définir, à s'opposer ou à signifier. Les travaux de Lévi-Strauss le montrent aisément. La territorialisation — le village, ce qu'il est et ce qu'il n'est pas, ce à quoi il s'oppose — est un vecteur puissant de délimitation de l'espace vital et d'identification. Si dans ces langages spatiaux, on retrouve les niveaux tels que Haut/Bas, Gauche/Droite, Dedans/Dehors, Fermé/Ouvert, Centre/Périphérie, leur articulation n'en est pas moins originale. A l'intérieur d'une même culture, les valeurs ne sont pas fixées à l'avance. Si, par exemple, le Haut est connoté, dans l'absolu, comme valeur positive, car lié au ciel, à l'immensité et à la hauteur par opposition au Bas où se

6 - A.J. Greimas (1976) *Sémiotique et sciences sociales*. Seuil, p. 131.

> schématiquement, soit que certains systèmes actuellement éloignés les uns des autres doivent tels ou tels cas être considérés comme constituant un seul système, soit qu'entre des systèmes éloignés existent des influences plus rapides que la lumière"[5].

Après ce bref aperçu sur la physique, qu'en est-il des sciences humaines ?

On peut poser, comme hypothèse de travail, que les sciences humaines sont, par excellence, des sciences imprégnées d'espace. Cette imprégnation commence très tôt par la territorialisation ou spécification d'un domaine d'activité. Ce découpage spatial continue dans la construction des métalangages et l'affinement des approches et méthodes d'analyse. Bien évidemment, il est des sciences plus proches de l'espace que d'autres comme la géographie ou la géomorphologie ou encore la climatologie. D'autres, telles la linguistique, la sémiotique, la narratologie, l'anthropologie ou l'histoire, tout en étant éloignées de l'espace, en tant qu'informant ou objet d'étude dominant, n'en usent pas moins, de manière consciente ou inconsciente.

En voici quelques exemples :

La sémiotique, cas typique, fonde sa démarche spatiale sur l'opposition traditionnelle : étendue vs espace, réinterprétée dans le cadre de la linguistique de Hjelmslev comme substance et forme. L'étendue, caractérisée par la continuité et la plénitude, remplie d'objets naturels et artificiels, subit le regard et l'action transformatrice de l'homme qui en fait des espaces, c'est-à-dire des formes signifiantes. Partant, l'espace est-il saisi comme un objet construit, susceptible d'être analysé en tant que tel. De ceci découle une conclusion logique, à savoir que la perception, la compréhension ou l'appropriation d'un lieu topique n'est possible qu'à partir d'un lieu autre et d'un regard extérieur, autrement dit une hétérotopie. D'où l'articulation présupposée d'un espace de l'ici vs un espace de l'ailleurs, introduisant une seconde articulation plus pertinente, celle de l'englobé et de l'englobant. A priori, tout espace peut être considéré comme englobé ou englobant, selon un cadre de réflexion et un point de vue déterminés d'avance. C'est la raison pour laquelle, A.J.Greimas (1976) estime que :

5 - B. D'Espagnat (1976) *Conceptions de la physique contemporaine*. Amsterdam, Benjamins.

Face à ce postulat métaphysique, Kant se verra dans l'obligation de fonder une théorie de la connaissance sans appui métaphysique. Il sépare nettement les "choses en soi", fonctionnant à l'intérieur de l'esprit humain comme des catégories surimprégnant la perception et les "choses en tant que perçues". Les premières ou *noumènes* constituent le monde réel, existant en dehors de l'esprit humain. Les *phénomènes* représentent des objets de connaissance que médiatisent le temps et l'espace. Pour Kant, l'espace et le temps se situent quelque part entre les noumènes et les phénomènes, c'est-à-dire entre les choses et le regard de l'homme qui se les attribue lors de la perception.

A ce propos, M. Clavel remarque que :

> "... dans son regard sur les phénomènes, l'homme peut voir s'en dégager des structures ou des figures pures, qui dans leur pureté ne lui appartiennent pas, et qu'il ne peut ainsi attribuer qu'à l'espace même"[3].

A. Einstein, repoussant cette conception philosophique abstraite, insiste sur la dimension idéale de l'espace et du temps. Pour lui, ce "sont des créations libres de l'intelligence humaine, des instruments de la pensée qui doivent servir à établir un lien entre les expériences". D'où l'importance, dans sa démarche somme toute réaliste, du substrat empirique[4]. Les lois de la physique de Newton sont ramenés à des propositions géométriques simples :

- la lumière se propage sur un cône d'espace-temps, lieu des intervalles de longueur nulle ;
- les corps matériels suivent des géodésiques ; etc.

Ce sont les principes mêmes de ce qu'il est convenu d'appeler la *relativité*, restreinte ou générale. Les succès de la théorie de la relativité ne vont pas faire taire les objections et les réserves. L'avènement de la physique quantique va relancer le débat sur la séparabilité ou la non-séparabilité. Sur cette question B. D'Espagnat (1976) est catégorique :

> "Dans le cadre d'une conception réaliste, je ne vois pour ma part d'autre solution que l'abandon du principe de séparabilité. Cela signifie,

---

3 - M. Clavel (1978) *Deux siècles chez Lucifier*. Seuil, p. 99.

4 - A. Einstein (1979) *Comment je vois le monde*. Flammarion.

C'est de cette attente que l'enfant déduit l'espace. En physique pré-moderne, la séparabilité, selon Rémy Lestienne[1], découle de deux notions encore plus primitives :

- l'identité ou permanence dans les déplacements ;
- la diminution des influences réciproques entre les corps avec "l'écartement".

Bien entendu, il n'est pas nécessaire d'insister sur le caractère aléatoire de ces notions, dûment démontré par la physique moderne.

Dans l'antiquité, Platon, rappelons-le, identifie matière et étendue. Aristote, critiquant cette conception, considère le lieu comme l'enveloppe du corps. Celle-ci occupe une place dans le monde immuable tandis-que les corps se déplacent et se transforment. Descartes, pour sa part, n'admet point qu'il y ait un lieu sans substance. L'étendue, selon lui, ne peut être indépendante de la substance matérielle. Spinoza reconsidère la question :

> "Il faut distinguer, affirme-t-il, l'étendue telle qu'elle est donnée aux sens et représentée par l'imagination de celle qui est perçue par l'entendement. La première est divisible et indéfinie comme les corps sont indéfiniment nombreux, la seconde est indivisible et pleinement infinie, et constitue en fait une propriété essentielle [ou attribut] de l'Etre"[2].

Avec Newton, nous assistons à la réfutation de l'espace "vulgaire", car phénoménal, lié aux qualités sensibles et mesurables. L'espace — comme le temps — est un absolu, existant en soi, indépendant de la matière. L'espace, entité absolue et immuable, existe en soi, sans attache avec les choses. Le but est de pouvoir construire une cinématique (ou théorie du mouvement) et une dynamique (c'est-à-dire relier le mouvement aux forces qui le génèrent) sous forme d'énoncés ou équations entre les vecteurs de l'espace euclidien. En conséquence. Newton affirme que *temps* et *espace* sont des attributs de Dieu.

---

1 - Rémy Lestienne (1979) "Unité et ambivalence du concept de temps physique" *in Cahiers d'histoire et de philosophie des sciences,* CHRS.

2 - Spinoza, cité par R. Lestienne (1985) "L'espace perdu et le temps retrouvé" *in Communications,* 41, pp. 5-25. L'auteur est cité à la page 10, sans aucune référence ou indication à même de signaler le texte-source.

LE CONCEPT D'ESPACE ET SES REPRESENTATIONS DANS LES SCIENCES HUMAINES

El Mostafa Chadli
Faculté des Lettres et des Sciences
Humaines de Rabat

Albert Einstein disait ceci :

« L'adulte normal ne se casse jamais la tête des problèmes d'espace et de temps. A son sens, tout ce qu'il faut penser à ce propos a déjà été élaboré dans sa petite enfance. Mais moi je me suis développé si lentement que je n'ai commencé à m'interroger sur l'espace et le temps que quand j'étais déjà adulte. En conséquence, j'ai creusé le problème plus à fond que ne l'aurait fait un enfant ordinaire »

Comment je vois le monde (1979)

L'espace, en tant que concept et représentation, corrélé ou non au temps, concerne toutes les sciences, qu'elles soient physiques, biologiques ou encore humaines. De plus, la saisie et la compréhension de cette catégorie d'espace — cognitive, par excellence, même si elle s'enracine dans une langue et une culture données — évolue avec l'évolution des théories et des modèles à l'intérieur de chaque science. C'est ainsi que la notion d'espace se trouve-t-elle liée à la séparation. Les objets apparaissent distincts et donc appropriables, d'où l'idée de distance. Pour certains psychologues, la distance vécue par l'enfant n'est autre qu'une manière de signifier la durée de l'attente entre le désir et sa satisfaction.

science dans le cadre du thème proposé, et, enfin, de réévaluer *l'impact de ces changements rapides et inhabituels, s'opérant dans le domaine scientifique, sur notre environnement socio-culturel.*

Coordinateur :
ABDESSALAM BEN MAISSA

matériel qui vient de tomber dans la voie mystique? Nous voilà encore au coeur même de notre problème de base : celui de l'imagination. Grâce à celle-ci, tout peut être remis en question. La grandeur de l'Occident n'est-elle pas bâtie par le fait héroïque d'avoir toujours remis en question ses conquêtes les plus glorieuses? En physique par exemple, l'imagination a abouti, depuis le début de ce siècle, à la nécessité de tenir compte d'une réalité scientifique étrange à l'échelle humaine fondée sur un ensemble de constantes universelles. La constante h de Planck, la constante c d'Einstein, la constante k de Boltzmann en sont quelques exemples. Quelques années plus tard, avec un peu plus d'imagination, les paradoxes se sont multipliés en physique. Prenons l'exemple du paradoxe de la symétrie passé-futur ou la violation de l'ordre causal développé par Vigier et repris par Costa De Beauregard. Un homme ordinaire peut-il imaginer qu'on puisse télégraphier dans le passé? C'est fort difficile. Mais De Beauregard, physicien à imagination débordante, voit en cela un fait physique parfaitement possible si l'on utilise des particules à énergie négative (des antiparticules). Cela entraînera, donc, l'abandon des notions classiques du temps à sens unique passé-futur et de causalité. Rappelons une seconde fois le fameux paradoxe d'Einstein-Podolsky-Rosen et celui de l'addition des amplitudes auquel le développement de la théorie des probabilités doit beaucoup. Dans ce contexte, l'imagination humaine n'a épargné aucun effort. Des idées scientifiques de base se sont trouvées profondément altérées, parfois même complètement bouleversées. L'espace à quatre dimensions (dit de Minkovski) ne serait que la partie réelle d'un espace complexe à huit dimensions. On peut en effet parler d'une géométrie multidimensionnelle, à huit dimensions par exemple, dont les quatre dimensions de l'espace -temps relativiste et quatre dimensions imaginaires (au sens où l'on parle de nombres imaginaires). En somme, nous nous trouvons dans une situation où le réel immédiat n'est peut-être qu'un niveau d'une réalité profonde. Il n'est pas exclu que ce réel immédiat soit lui-même une réalité imaginaire, tandis que le réel multidimensionnel représente la "véritable" réalité scientifique. L'imagination devient donc le trait d'union entre la science, la poésie et la mystique. Dans cette union, qui n'est pas aussi imaginaire qu'on puisse le penser, plusieurs notions philosophiques et scientifiques classiques disparaîtront. Les oppositions objet-sujet, esprit-matière, ordre-désordre n'en sont que quelques exemples.

Notre objectif, en proposant ce colloque international, est, d'abord, de pouvoir mettre à jour la place de l'imagination dans l'évolution des idées scientifiques, ensuite, de réexaminer les rapports de la philosophie et de la

génératrice de désordre? Certains métaphysiciens diront même que la nature n'est rien d'autre qu'imagination. En revanche, la conception scientifique de l'imagination défend une certaine séparation de l'objet et du sujet et le respect des lois et principes de la nature. Si l'on se limite à la *vision* cartésienne du monde, qui consiste à réduire l'homme et l'univers à un mécanisme matérialiste, l'imagination, à première vue, n'aurait que très peu de place. Or, en réalité, l'imagination avait fécondé la pensée d'éminents scientifiques. *L'histoire des sciences prouve que tout acquis de connaissance ne s'effectue que dans la transgression d'une loi scientifique ou culturelle ou d'un tabou.* En physique contemporaine par exemple, le principe de causalité est garanti par l'indépassabilité de la vitesse de la lumière. Cependant, ce principe est violé à plusieurs reprises (dans la *vision* de Feynman et de Costa De Beauregard et dans la *vision* du potentiel quantique de Vigier, par exemple). Le second principe de la thermodynamique (l'entropie croissante) est violé également dans la *vision* de Mattuck. On voit donc que l'imagination est en conflit permanent avec la loi scientifique. Et *quand c'est l'imagination qui gagne, il y a progrès.* Ne peut-on pas donc réduire le progrès scientifique à la transgression de la loi par l'imagination? Il suffit de parcourir l'histoire des sciences pour se rendre compte de la place prépondérante de l'imagination dans l'avènement des grandes révolutions scientifiques : la révolution copernicienne, la mathématisation galiléenne de la nature, la découverte de l'évolution biologique, la révolution relativiste et quantique, la révolution technologique contemporaine, etc. Notons au passage que la vitesse avec laquelle l'imagination est en train de transformer le monde matériel pose parfois quelques problèmes. Nous vivons en ce moment une situation socioculturelle qui accumule un immense retard vis-à -vis de la technologie. Il y a manifestement un manque d'imagination dans les domaines culturel et social. Ceci pourrait entraîner une certaine aliénation de l'homme vis-à-vis de son propre produit technologique. Si l'on veut remédier à ce problème, notre imagination ne doit pas se réfugier dans l'irréel ou dans le "tout fait" et le "tout prêt" métaphysique ou encore dans le rêve.

Si l'on confronte la *vision* cartésienne de la science avec l'évolution même de la science, on peut se demander *si la structure historique de celle-ci laisse supposer qu'il y a une logique interne qui la gouverne.* Depuis quelques dizaines d'années, on constate que la physique commence à produire des paradoxes insurmontables, du moins en apparence. Citons à titre d'exemple le fameux paradoxe d'Einstein-Podolsky-Rosen qui justifierait *l'action instantanée à distance!* Doit-on voir là une nouvelle *vision* du monde

PRESENTATION

Il est généralement admis que l'imagination est à la base de toute création. Cependant, en épistémologie, les rapports de l'imagination et des sciences ne sont pas si simples qu'on le croit. Faut-il supposer que l'esprit humain n'est qu'un simple miroir passif d'une nature mécanisée, comme le pensent les matérialistes en général et Locke en particulier. Ou bien, faut-il considérer l'imagination comme une des fonctions vitales de l'esprit humain ? Si cette dernière *vision* des choses est adoptée, il est encore important de ne pas considérer l'esprit humain comme une simple fonction du cerveau à l'image d'un ordinateur dans lequel sont stockées les informations dont la nature ne diffère pas de celles stockées dans une machine programmée. Nous soulevons ici *le problème de la nature même de l'imagination et de son rapport aux autres fonctions cognitives.* Vient ensuite *le mode de fonctionnement de l'imagination* en général. Y a-t-il des lois cognitives qui gouvernent le fonctionnement de l'imagination, ou bien, imaginer diffère totalement de penser ou de raisonner? Encore faut-il prouver que l'ordre, tel qu'il est conçu par Descartes, Newton et Galilée, n'est pas lui-même un produit de l'imagination et que la "réalité profonde" est toute autre. Doit-on supposer que l'imaginaire correspond à toute la réalité ou uniquement à un niveau de celle-ci? Encore faut-il admettre une réalité à plusieurs degrés : ordinaire, scientifique, ultime, etc. Il n'est pas exclu, non plus, de supposer l'existence d'une union entre l'imagination et la raison.

En philosophie des sciences, il existe, en réalité, plusieurs conceptions de l'imagination certaines sont considérées comme métaphysiques et d'autres comme scientifiques. D'après la conception métaphysique, l'imagination aide l'homme à trouver un certain ordre, à changer de mieux en mieux les conditions de son existence. Cela vaudrait-il dire que l'imagination n'est pas

Contributions en langue française

Bibliography

- Althusser, Louis. The Only Materialist Tradition, Part I: Spinoza.
- Gore, Willard Clark. The Imagination in Spinoza and Hume : A Comparative Study in Light of Some Recent Contributions to Psychology. Chicago : University of Chicago, 1902.
- Sallis, John. Delimitations: Phenomenology and the End of Metaphysics. Bloomington: Indiana University Press
- Selby-Bigg, L. A., editor. Treatise of Human Nature by David Hume. Oxford: Clarendon Press, 1978.
- Spinoza, Baruch. Translated by R.H.M. Elwes. The Chief Works of Benedict de Spinoza. New York: Dover Publications, Inc., 1955.
- Wilbanks, Jan. Hume's Theory of Imagination. The Hague: Martinus Nijhoff, 1968.

observations), not from anything pertaining to these objects" (164). Spinoza's system of determinate beings is based on a metaphysics of the ultimate interdependence of all objects from which we have knowledge of such bodies exclusively through our interactions with them. Hume also states that the attributes of bodies are not known by a demonstration of their possession by these bodies, but rather by our perceptions from their constant conjunction. He states that "the repetition of similar objects in similar situations produces nothing new either in these objects, or in any external body (164). In both philosophers' systems, knowledge relies not on material evidence, but rather, for Hume, on perceptual cues which do not point to the existence of real bodies or for Spinoza, on an aggregate existence which denies the separate materiality of bodies.

Might Hume have forsaken, then, without much sacrifice, the notion of separate bodies acting on one another? Might he not easily have adopted Spinoza's system of beings not existing outside their aggregate grouping? Might this epistemologic move not have aided him in the problems he encountered with proof of causality without sacrificing basic notions of mere perceptual habit determining our understanding of objects?

Both Spinoza and Hume regard the imagination as limiting in its ability to supply information regarding the consitution of bodies. Hume would argue that the imagination supplies a kind of flexibility lacking in ordinary sequencing of events (memory). They would also each assert that the mind is limited in its knowledge by perceptions or affections, and that only by the recognition of external laws might we come to some understanding of external events. However, the role of the imagination is surpisingly powerful in Spinoza's metaphysics, if we conceive of the unity of Substance as one large imaginary. Hume ultimately recognizes that reason and imagination are inseparable in human perception and larger belief systems. He might have created the possibility of placing a continuous imaginary at the center of his arguments regarding the laws of motions of bodies and causality. Perhaps he was part way there when he acknowledged that our perceptions can yield no new information about bodies, i.e., "conception precedes understanding;" in this way he was perhaps asking for a metaphysics ruled by a pre-determined imaginary, or unity of Substance, such as Spinoza gives us.

is, then, nothing new, either discovered or produced in any objects by their constant conjunction;" here, he instances the famous example of the striking of billiard balls in which he argues that although motion is apparently communicated by this striking of balls, we have only come to assume this outcome by the repetition of effects. He argues that we cannot assume that this is the same action each time we see it or that the motion of balls brings about this certain effect (164). Taken to its logical extension, Hume argues that realities may exist separate from our perceptions, but that we cannot draw a causal connection between the events preceding the apparent existence of a reality and its occurance. This difficulty with proving the cause or origin of a perception leads us to question the fastness of difference between reason and imagination.

Spinoza argues that "No determinate being can act with infinite power," as this being is always bounded by its aggregate relations with other deteriminate things. Each being is both *determined and determining*, i.e., both producing and produced by other beings (Wartofsky, 334-35). Taken to its logical extension, this argument that beings exhibit materiality in their acting and being acted upon by other bodies, has a different explanation in Spinoza: We cannot know a body as distinct from its full system of interactions. The knowledge of the externality of bodies, Spinoza argues, "is the idea of the body" and as such is part of the mind, which is necessarily tied to affections; this knowledge is, therefore, not a "derived reflection of the body" (336). Both Hume and Spinoza would agree that we are forced to accept inadequate ideas of reactions external to our bodies. However, Hume's distinction between imagination and reason is founded on the capacity of reason to explain external events. Spinoza states that the function of reason is to recognize the immateriality of our bodies and others, except insofar as they interact as composites of a whole (Substance). Imagination, for Spinoza, impedes this recognition, as passions interfere with our capacity (as our minds are ruled by these affections) to perceive causes as the result of separate materialities. In his metaphysics, separate materialities are non-existent and thus, not pertinent to his foundations of reason: Reason, in fact, is the careful examination of the unity of Substance. Hume, on the other hand, insists on an individual consciousness, and a separation of things and events in time and space.

Let us, for a moment, equate Hume's idea of perception and Spinoza's idea of the unity of Substance. Hume states that the idea of the necessity of resemblance is derived from a repetition of the relations of objects (habitual

At this limit of discourse, Hume arrived ät a definition of self which is apparent only in relation to external perceptions; we cannot perceive the Self. For Hume, ideas are derived from perceptions, therefore, we can have no idea of Self. I find in Hume's repudiation of the idea of self a link with Spinoza who denies outright the separeteness of self.

I selected Spinoza and Hume because each had a heterodox, but compatible concept of the limits of imagination in scientific discourse. Both construct a scientific psychology which examines questions of what constitutes human nature and the rules which govern human behavior. In each philosophy there resides an inchoate human psychology which links human behavior to the natural sciences. Spinoza creates a theory which argues that human nature is continuous with natural laws regarding the motion of bodies and plane geometry. His metaphysics allies theology and science in a way that made him unpopular with his community, ultimately giving credence to a theologic imaginary which links all behavior, animate and inanimate, under universal laws. Hume, however, appears to attack the illusoriness of our perceptions (imagination) in an understanding of the behavior of bodies, an argument which only doubles back on itself to create a truly human psychology, exclusively comprised of an imaginary of perceptions.

It is interesting to note that, although Hume devotes a large portion of his work, *The Treatise of Human Nature,* to distinguishing between imagination, memory and reason, he acknowledges the necessary interdependencies of reason and imagination in the construction of our beliefs. For example, the above epigram, taken from *Of Human Understanding,* implies a confluence of reason and imagination to the point of implied interchangeability of the two terms. While Spinoza would vigorously argue the opposite, i.e., that there can be no meeting of reason and imagination, he constructs his metaphysical imaginary from mathematical axioms. Oddly enough, Hume may have benefitted from Spinoza's apparent negativity towards imagination in resolving the problem of reason's inadequacy to provide a sufficient support for the continued and distinct existence of objects. I will argue that Hume's problem in giving rational credence to the separate existence of objects lies in his own ambivalence about our internal perceptions of external causes. According to Gore, Hume is a sceptic in relation not to the existence of external realities, but rather towards the way in which we come to form our ideas about them (40). Hume himself states, "we can never pretend to know body otherwise than by those external properties, which discover themselves to the senses" (64). Hume further states that "there

THE PROBLEM OF IMAGINATION IN HUME AND SPINOZA :

Psychologies Constructed on Selfless Imaginaries

LEVING AMY
University Of Minnesota, USA

Determination is negation
Imagination is the source of all error

BARUCH SPINOZA

A single perception cannot produce
the idea of a double existence, but by some inference
of reason or the imagination.

DAVID HUME

Baruch Spinoza, born in Holland in 1634, came from a family of Portuguese Jews who fled Spain during the Inquisition. He developed his metaphysics in response to Hobbes and Descartes, but ultimately in opposition to both. While Descartes believed that mind and matter were independent entities, Spinoza argued that mind and matter were extensions and attributes of God. Finite things were for him, determined by what they are not; the only infinite and positive Being is God.

David Hume, born in 1711 in Scotland, carried to its completion the empiricism of Locke and Berkeley. His rendering of empiricism, in its care to be thoroughly consistent, moved this philosophy beyond the bounds of its function.

assumptions, the presumed superior rationality of scientific knowledge is just that, presumed.

Both the argument against cognitive relativism and that in favour of cognitive objectivism, as advanced by Sokal and Bricmont, are therefore weak

If we then move from the epistemological issues of the Sokal controversy to the political concerns of Alan Sokal and his supporters, we find a preoccupation with the supposed displacement of intellectual standards by ideological positions, in contemptemporary Academe. (How else is one to account for the publication of Sokal's essay in *Social Text ?*). This is undoubtedly a legitimate worry. However, it is not one which can be assuaged or eliminated by a false objectivism.

It is of the upmost importance to understand that knowledge or justified belief is the result of complex processes and relations, among which may be political choices and beliefs. Cognitive objectivity cannot be attained by endeavouring to exclude such forces from the production and justification of knowledge. On the contrary, those political choices and beliefs must be recognized, and then challenged or defended. This is to suggest a view of knowledge that links it intimately with ethics and politics, a relationship commonly found in pre-modern philosophy. It is also to affirm that the opposition between a formal rationality and its opposite, relativism, is an opposition more fitting to polemic than to the endeavour to understand.

Therefore, on the basis of what Sokal and Bricmont argue, there seems to be no obvious reason to dismiss cognitive relativism. Let us then turn to their positive argument in defense of what may be termed cognitive objectivism.

It is Sokal's and Bricmont's contention that all that we directly know, what we have immediate cognitive access to, are sensations. How then do we know that our sensations reflect or represent an *independently* existing world? It seems that we can never know with certainty. No proof of this matter is possible. A real world, a world which exists independently of our sensations, is nevertheless the best hypothesis going to explain the *permanence* of our sensations. Furthermore, if science successfully explains the coherence of the world we experience (experience understood as including, in addition to the common experience of sensations, the results of experiments and predictions), then in all likelihood its explanations are true. It is thus perfectly rational to conclude, following Sokal and Bricmont, that there is a real world and that science is the best handle we have on it.(18)

It is remarkable to observe with what ease Sokal and Bricmont cut through centuries of philosophical controversy. But then of course it is this facility which should make one suspicious of the argument. The most obvious point to make against it is that there are numerous ways to explain the coherence of our experience. The world abounds with systems of belief that are, in varying degrees, inconsistent or incompatible with scientific beliefs, but which have proved remarkably resilient over time. The holders of such unscientific beliefs would have to be described as irrational if we were to follow our authors, a judgment that is to me both absurd and arrogant.

Yet, it will be objected, when confronted with the experience of a successful scientific prediction, for example, the scientific explanation for the success of the prediction is better and thus more rational than any non-scientific explanation of the same. If the notion of experience is made to refer, as in this instance, to scientific experiments and predictions, then it is indeed more than likely that a scientific explanation will best explain that experience. But this claim is correct if and only if it is assumed that only certain kinds of explanation count as scientific and therefore as adequate, and that only specific kinds of phenomena and not others (such other kinds of phenomena often being simply dismissed as illusory), require such explanations. Without these two

---

18- Alan Sokal et Jean Bricmont, *Impostures intellectuelles*, p. 58.

criteria are not rational in any absolute sense. They are at best reasonable, and this latter quality can be due to all manner of kinds of things or events.

What the contingent grounds of epistemic criteria are have been variously analyzed by contemporary epistemologists. Some suggest psychological belief generating processes. Others have proposed sociological factors. And still others have spoken of beliefs being grounded in specific histories or cultures. What all such accounts of the grounds of knowledge have in common is that they identify the causes of beliefs, with any subsequent belief justifying argument selecting those causes which lend epistemic credence and truth probability to a belief. A distinction is made here between the context of belief discovery and belief justification, but it is a contingent distinction, and not a logical or conceptual one.

Curiously enough, a passage from Sokal and Bricmont may be cited in support of this last claim.

> Certes, la netteté de cette distinction a été fortement exagérée dans l'épistemologie traditionelle. C'est toujours le même problème: il est naïf de croire qu'il existe des règles connues, indépendentes de tout contexte, qui permettent de vérifier ou de falsifier une théorie; ou, pour le dire autrement, le contexte de justification et le contexte de découverte s'élaborent historiquement en parallèle.(16)

What Sokal and Bricmont fail to note is that if the conceptual divide between the history of a belief and the relations that epistemically support it is itself historical, then reason, or epistemic rationality, is also historical. The principles or criteria of epistemic justification have a relative validity (relative at least to a particular time in the history of cognitive practice).(17)

16- *Ibid.*, p. 80.

17- It is of importance to note here that cognitive relativism need not be based on any universal claims about the nature of knowledge or truth. It may and should be viewed rather as an empirical thesis about knowledge hitherto. In this way, the now standard inconsistency or self-refutation objection to relativism fails. (See: Paul Feyerabend, *Farewell to Reason* (London: Verso, 1987). p. 78; Alasdair MacIntyre, "Relativism, Power, and Philosophy", in Kenneth Baynes, James Bohman, Thomas McCarthy eds., *After Philosophy.- End or Transformation?* (Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 1987), pp. 385-387). Sokal and Bricmont employ this objection at least twice. (See: Alan Sokal et Jean Bricmont, *Impostures intellectuelles,* pp. 75, 82).

evidence that must support a belief, if it is to be identified as knowedge or as justified belief. Secondly, with a rational criterion in hand, a distinction can also be made between the causes of a belief and the reasons for it, or between, as it is more commonly known, the context of belief discovery and the context of belief justification. A rational account of a belief is an ideal reconstruction of the principles that guarantee it through diverse evidential or justificatory relations, and not a description of the contingent origins of the same. The imagination, the passions, interests of diverse kinds, and the like, may lead to the adoption of a particular belief, but whether or not the belief is rationally held is an altogether different matter.

Having said all of this, one great embarrassment arises: no one has ever adequately explained, or even provided a convincing example of, a privileged or self evident cognition. In other words, epistemology has never been able to free itself of less than certain, if not unargued for, presuppositions. Consequently, whatever criterion or criteria of knowledge we may hold, they are but objects of belief resting on contingent grounds. And thus epistemic rationality must be rethought.

Sokal and Bricmont assert, in *Impostures intellectuelles,* that it is their aim to defend the *canons of rationality* against the relativism of postmodernism.(14) Yet Sokal and Bricmont never tell us what the canons of rationality are. And they admit that such canons, insofar as any are affirmed and as exemplified in epistemological principles, can never be definitively codified. And this holds equally for the methodological principles of the natural sciences, the modern paradigm of knowledge. What epistemological principles or criteria we do possess are elaborated historically, in the ongoing cognitive endeavour to learn about the world.(15) To admit this, however, as Sokal and Bricmont do, is all that is required for the relativist to sustain his or her position.

The relativist need not deny the existence of rational epistemic norms. Indeed, he or she has no basis upon which to do so. He or she has but to affirm that we have no knowledge of such norms. Nor need the relativist reject the distinction between the context of discovery and the context of justification. Acknowledgement that such a distinction is contingent is enough. In sum, if criteria of knowldege or rational belief are justified contingently, then such

14- Alan Sokal and Jean Bricmont, *Impostures intellectuelles,* p. 16

15- *Ibid.,* p. 59.

a) *What do we know ?*

b) How are we to decide *whether we know ?* What are the *criteria* of knowledge?[11]

The problem then is that it seems that an answer to one question cannot be had without presupposing an answer to the other. I can only say what I know if I already have a criterion of knowledge. And I can identify a criterion of knowledge only insofar as I have instances of knowledge, from which a criterion can be drawn. In either case, one is assuming something that cannot be assumed if the study of knowledge is not to beg the question about what one knows or how one knows.[12]

The traditional philosophical solution to this dilemma is to accept the answer to one of the two questions as something that can be ascertained by a kind of privileged cognitive apprehension, and then to employ this answer as a paradigm of knowledge from which a criterion can be inferred, or as a critierion. Essential to either answer is the notion of a privileged cognition.

With the answers to both questions, one can always ask how one knows that one knows (that an example of knowledge or a criterion of knowledge are indeed what they are claimed to be). And to avoid an infinite regress of justifications, there must be some instance of knowing that requires no further justification. This instance of knowing is what I have here designated "privileged cognition", and it is what others have called a "self-evident cognition". Without it, epistemology lacks a rational foundation, trapped as it would be in the circularity of the unargued for presuppositions identified above. In the words of Spinoza, "he, who has an adequate idea or knows a thing truly..., must at the same time have an adequate idea or true knowledge of his knowledge; that is, obviously, he must be assured".[13]

A rationally justified criterion of knowledge, arrived at indirectly or directly, renders possible at least two things. First, on the basis of it, knowledge and belief may be distinguished. A criterion of knowledge identifies the

11- Roderick M. Chisholm, *The foundations of Knowing* (Sussex: Harvester Press, 1982), p. 65

12- *Ibid.*, pp. 65-66.

13- Benedict de Spinoza, "The Ethics", in Benedict de Spinoza, *On the Improvement of the Understanding, The Ethics, Correspondence,* trans. R.H.M. Elwes (New York: Dover, 1955), Part II, prop. 43, proof, p. 114.

entitled "Intermezzo" and is to be taken as a kind of relief or diversion from the more serious task of taking on individual culprits. But this is deceptive, for the "Intermezzo" is precisely what gives the essay the critical depth and breadth that Sokal and Bricmont desire. It is what lends some justification to their claim that the identification of the abuse of a scientific concept in the work of any one of the authors reviewed is sufficient to put into question an author's entire work.[9] But surely it can be said that the "misuse of scientific concepts", whatever this statement means exactly, has characterized the entire history of philosophy and science. It is the stuff of errors, but also of discoveries. The misuse of concepts, in itself, tells us little. It is only by seeing this misuse as a consequence of relativism, and by interpreting "postmodernism" (a notoriously ambiguous notion) as essentially cognitive relativism, that the particular criticisms levelled against the authors selected (and all classified as "postmodernists", without justification) can be taken as a contribution to the general criticism of the contemporary intellectual malaise that is relativism/postmodernism. The "Intermezzo" then is at the very heart of Sokal's and Bricmont's efforts.

The essay offers a simple definition of relativism and cognitive relativism.

> *Grosso modo,* nous entendons par "relativisme" toute philosophie qui prétend que la validité d'une affirmation est relative à un individu et/ou à un groupe social. On distingue plusiers types de relativisme selon la nature de l'énoncé: le relativisme *cognitif* ou *épistémique* lorsqu'il s'agit d'une affirmation de fait (c'est-à-dire de ce qui est ou est prétendu être).[10]

I will withhold comment on these definitions and take them as operative for what is to follow, namely, a general reflection on epistemology and cognitive relativism.

Epistemology, like any science, must assure itself of its cognitive foundations, if it is to be deemed rational. This difficulty, in epistemology, is sometimes discussed under the title of lhe "Problem of the criterion". Following the philosopher Roderick Chisholm, two questions can be identified as central to any theory of knowledge :

9- *Ibid.,* p. 17.

10- *Ibid.,* p. 10.

Beyond the rhetoric and hyperbole, is there anything of great substance in this dispute? It is my belief that there is not. What one finds in Sokal's own reflections on the controversy generated by his deception is a simple and by no means novel criticism of cognitive relativism. Sokal is also unable to claim originality in the authors he selects as his targets, as any review of the critical literature on "postmodernism" will testify to. "En somme", to quote a *Le Monde* journalist, "la guerre menée par Sokal... sent vaguement la naphtaline".(6)

It is my contention, and one which I will endeavour to demonstrate, that Sokal's philosophical analysis of the controversy which now carries his name is conceptually weak. This controversy, I suspect, tells us more about the academic culture and politics of the United States and the cultural sensibilities of some French intellectuals, than it does about any of the philosophical issues that are raised. And it is to these last that I wish to turn my attention. In other words, I will not comment on Sokal's article that appeared in *Social Text*. Nor will I analyze his criticisms of specific writers, as developed in the work *Impostures intellectuelles,* co-authored with Jean Bricmont.(7) Rather, my concern will be to evaluate the argument to be found in the latter work, against cognitive relativism, a philosophical position which our authors view as the root cause of most of the excesses of postmodernism.

Before beginning, however, it is important to be clear about what Sokal and Bricmont themselves claim to be doing in *Impostures intellectuelles.* In the introduction to the work, we read that the goal of the essay is to contribute in a limited but original way to the criticism of "la nébuleuse postmoderne". Sokal's and Bricmont's criticism though is not a general one. Instead, they analyze what they consider to be the repeated abuse of concepts borrowed from the physical and mathematical sciences, that is, the use of these concepts in ways that are unintelligible, by the various authors examined.(8)

The ambition is thus a modest one, so much so that it is not surprising to discover that it is not respected. For Sokal and Bricmont, the misuse of scientific concepts is symptomatic of a far more profound error, namely, relativism, or more specifically, cognitive relativism. The chapter dealing with this matter is

---

6- Marion Van Renterghem, "L'American Alan Sokal face aux "imposteurs" de la pensée française", *Le Monde,* 25 septembre, 1997.

7- Alan Sokal et Jean Bricmont, *Impostures intellecuelles* (Paris: Editions Odile Jacob, 1997).

8- *Ibid.,* pp. 14-16.

THE DREAMS OF HORATIO :

PHILOSOPHICAL ISSUES & POLEMIC IN THE SOKAL CONTROVERSY

T. CARLOS JACQUES

But I should think that today we are at least far from the ridiculous immodesty that would be involved in decreeing from our corner that perspectives are permitted only from this corner.

FRIEDRICH NIETZSCHE, ***The Gay Science***

Judging from all of the attention and the kind of commentary that Alan Sokal's canard in *Social Text*[1] has drawn, one might be led to conclude that matters of great weight were at issue in this debate. To his defenders, Sokal is a kind of white knight challenging a politically obsessed American Academe besotted with the irrationalisms of continental Europe, irrationalisms colloquially and generically known as postmodernism.[2] To his critics, Sokal is an advocate of crude scientism,[3] a francophobe,[4] an American lacky in the economic and diplomatic competition between the United States and Europe.[5]

1- Alan D. Sokal, "Transgressing the Boundaries: Toward a Transiformative Hermeneutics of Quantum Gravity", *Social Text*, 46/47, 1996, pp. 217-252.

2- Paul Boghossian, "What the Sokal Hoax Ought to Teach Us", *Times Literary Supplement*, December 13, 1996, pp. 14- 15.

3- Roger-Pol Droit, "Au risque du "scientifiquement correct"", *Le Monde*, 30 Septembre, 1997.

4- Marion Van Renterghem, "L'Américan Alan Sokal face aux impostures de la pensée française", *Le Monde*, 30 septembre, 1997.

5- Julia Kristeva, "Réponse à Alan Sokal et Jean Bricmont: une désinformation", *Le Nouvel Observateur*, 25 septembre, 1997, p. 54.

WORKS CITED

- BARRÈS, MAURICE. *Mes Cahiers 1896-1923.* Paris: Plon, 1994.
  - ➥ *Scènes et doctrines du nationalisme.* Paris: Editions du Trident, 1987.
- COMTE, AUGUSTE. *Cours de philosophie positive.* Tome I. Paris: Baillière, 1864.
- GROSS, PAUL R. AND NORMAN LEVITT. *Higher Superstition: The Academic Left and Its Quarrels with Science.* Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1994.
- LEGRAND, LOUIS. *L'influence du positivisme dans l'œuvre scolaire de Jules Ferry: Les origines de la laïcité.* Paris: Marcel Rivière, 1961.
- RENAN, ERNEST. *The Future of Science.* Boston: Roberts Brothers, 1893
- SOKAL, ALAN D. "A Physicist Experiments with Cultural Studies". *Lingua Franca* (May/June 1996): 62-64.
  - ➥ "Transgressing the Boundaries: Toward a Transformative Hermeneutics of Quantum Gravity". *Social Text* (Spring/Summer 1996): 217-245.
- SOURY, JULES. *Campagne nationaliste 1899-1901.* Paris: L. Maretheux, 1902.
  - ➥ *Le système nerveux central. Structure et fonctions.* Paris: Georges Carré et C. Naud, 1889. Weinberg, Steven. "Sokal's Hoax". *New York Review of Books.* (August 8, 1996): 11-15.

living continuity with the heritage of our ancestors, who 'think and speak within me' (*Scènes et doctrines* 18) is "the basis of our cult of the dead and of the soil where they lived and suffered, of the religion of the fatherland" (*Soury Campagne nationaliste* 65, Barrès says virtually the same thing in *Scènes et doctrines* 18).

In short, the rational scientific conviction that "nature is strictly gouverned by impersonal mathematical laws" gives rise easily and logically (but not necessarily or veridically) to the most unbridled irrationalism whose 'profound cultural effects' in the long term were arguably Dachau and Auschwitz.

There is no time remaining to consider British or German contemporaries, not even the illuminating case of Houston Stewart Chamberlain, son-in-law of Wagner and author of the highly successful *Foundations of the Nineteenth Centry*. Another adept of science and racism, and ultimately of Nazism, he was honored in his old age by Hitler. Let me instead briefly outline the conclusions that this too rapid review of the historical and logical evidence imposes. First, there are no inherent or necessary cultural or political inferences to be drawn from the "discovery that nature is governed by strict impersonal laws;" for the last century and a half, science has been as often allied with the Right and the Center as with the Left, with obscurantism as with enlightenment, with subjection and oppression as with liberation. Second, there is no simple division between the "rational" and the "irrational", either in individual human beings, or in culture, or in politics. But, and this is the thought I want to leave you with, for those very reasons, when science passes over into the hands of the powerful, it need not violate any of its basic tenets in order to serve the ends of racism, exploitation and oppression. The claim that preserving the autonomy of science will automatically guarantee 'progressive social critique' is, quite simply, a hoax. Thank you.

(*) From Comte's *Cours de philosophie positive,* tome I:

> Dans l'état positif, l'esprit humain, reconnaissant l'impossibilité d'obtenir des notions absolues, renonce à chercher les causes intimes des phénomènes, pour s'attacher uniquement à découvrir, par l'usage bien combiné du raisonnement et de l'observation, leurs lois effectives, c'est-à-dire leurs relations invariables de succession et de similitude. (9-10).
>
> Le caractère fondamental de la philosophie positive est de regarder tous les phénomènes comme assujettis à des *lois* naturelles invariables, dont la découverte précise et la réduction au moindre nombre possible sont le but de tous nos efforts (16).

They expected that political power would be wielded by the directives of public opinion and the technical expertise of bankers and entrepreneurs (Legrand 50).

Thus the logical consequences of the scientific outlook for culture are not always "liberatory". Nothing we have seen in positivist consevatism, however, undermines Weinberg's primary thesis that at least those effects are rational. Unfortunately, that is simply because we have not looked closely enough. Everyone, even Levitt and Gross, knows that science was impressed into the service of nationalism, economic oppression and racism in the late nineteenth and early twentieth centuries. But after acknowledging this alliance with Social Darwinism and racial eugenics, our two contemptors of "cultural constructivism" quickly dismiss it as a "passing fancy", implying that there is no logical, let alone necessary, connection between science and these malevolent political movements (23). That the link is more than a mere caprice is demonstrated by the argument of Jules Soury, professor of physiological psychology at the *Ecole des hautes études* at the Sorbonne in the last decades of the nineteenth century, and the main intellectual influence on Maurice Barrès during his most violent nationalist and anti-Semitic period. Soury announced that the Republic and its democratic and socialist ideal were a model Pigsty *(Campagne nationaliste 223)*. and it is Soury who gave Barrès the charming idea that since Jews are of a different species from "us" (Europeans), Dreyfus should not have been tried and condemned by "our" justice, but put on display in the anthropology department of the university (Barrès, quoting oral remarks by Soury, *Mes cahiers* 124-5;*Scènes et doctrines* 115). Now what interests me here are not the nauseating outbursts of racist paranoia, nor their devastating political and human consequences, but the structure of Soury's arguments, inspired, I might add, by the theories of the foremost German physiologists of the period, such as Exner, as well as by Spencer and Haeckel. His basic principle was precisely the same rigid determinism characteristic of the rational scientific outlook à la Weinberg or the positivists (*Le système nerveux central* 95). From this principle and his study of the central nervous system he concluded that living beings are nothing but automatons, governed by automatic processes to which consciousness adds nothing, for it too is subject to the iron laws of universal determinism *(Système nerveux 1778)*. What rules us are our hereditary instincts, accumulated over the millenia of our ancestral experience through the process of natural selection. Our thought and action thus do not belong to us as individuals but are purely impersonal, an amalgam of those of our forbears. From here it is an easy step to the conclusion, which Barrès made explicit in his nationalist writings, that we are basically emotional rather than rational beings, the product of past generations, of our "dead" and our "soil" as he terms it. This

> His most famous disciple, Littré, had this to say about egalitarianism;It is important for the aristocracy to play a considerable role in democracies... no matter how loudly people proclaim the metaphysical equality of men and promulgate democratic levelling, things are more powerful than metaphysics and men remain profoundly unequal. Sociology informs us that it is time to take advantage of these inequalities by arranging our institutions so that the most capable shall manage the interests of society. (Legrand 55;from "On the duration of the Republic", and "What is French Democracy ?";my translation)

Renan, that other great French positivist, was equally opposed to equality:

> The idea of a state of an egalitarian civilization... is nothing more than a dream... My religion is now as ever the progress of reason, in other words the progress of science. But .. I have ceased to believe in the solution of the problem being as near as I believed it to be [in 1849]. ***Inequality is one of nature's written laws,*** it is the consequence of liberty and the liberty of the individual is a necessary postulate of human progress. ("Preface" to *The Future of Science* x-xi;emphases added)

To these I could add similar quotes from Taine and many lesser known scientistic luminaries of the period. The significant point here is that each of these thinkers claims to deduce, or better to induce, their anti-democratic, anti-egalitarian politics from the observation of the strictly impersonal natural laws of society. A noted French authority on the movement has shown how its fundamental conservatism was based on the very principles of positivism:

> Social science shows that it is not possible to intervene at will in the development and operation of societies. The institutions of a society are inevitably well adapted to its spontaneous needs, and that is why the revolutionary spirit, impelled by the illusion that it has free and immediate power over the course of events, appears to [the positivists] as a dangerous illusion. In that sense the positivists are resolutely conservative. (Legrand 49; my translation).

century. What happens when science is thus presumably allied with power rather than opposed to it ? And is it in fact true that the very logic of the scientific outlook requires it to be allied with the Left, understood as those who oppose the powerful ?

The most influential intellectual and social movement for the spread of the scientific outlook in Europe during the nineteenth century was, without a doubt, Positivism, promulgated by Mill in England and Comte. Positivism was precisely the conscious and purposeful effort to ensure that "the discovery that nature is strictly governed by impersonal mathematical laws" would indeed have a "profound cultural effect" reaching far beyond the limits of the practitioners of the sciences themselves, or even of the latter's technological effects. Comte's sociology was an adaptation of this view of nature to human societies, predicated on the assumption that similar impersonal laws govern their workings, and aiming to find solutions to social problems on the basis of a scientific understanding of those laws, analogous to the technological advances made by exploiting the knowledge provided by the new natural sciences.

Let me limit my comments to the situation in nineteenth-century French positivism and its offshoots, since offshoots, since they fall within my field of specialization. To be sure, during the second quarter of the century Comte was an opponent of the monarchy and a proponent of certain workers' and women's right, and therefore clearly a member of the Left. In this capacity, he has even received the accolade of none other than Gross and Levitt, authors of *Higher Superstition*, one of the most obtuse defenses of sciences against the encroachment of "postmodernism", on which Sokal seems to have drawn heavily for the passages he quotes from Derrida, Lacan and Irigaray. Comte and other proponents of social engineering "demonstrate... the rough equation of a more 'scientific' social order with a more egalitarian one, and the opposition between a view of the world informed by science and one occluded by stagnant tradition" (22). What they fail to mention is that during the Second Republic, starting as early as 1848, Comte directed a Report written by Littre and other disciples who belonged to his *Société Positiviste*, condemning parliamentary democracy as an expression of the "individualistic revolutionary spirit" and promoting the establishment of a dictatorship (Legrand 50). this "republican and progressive" dictatorship should be a monarchy, they concluded, and in fact a few years later Comte welcomed the coup d'état by which Louis-Napoleon overthrew the Republic.

> objective reality (both natural and social) are incisive tools for combating the ***mystifications*** promoted by the ***powerful***. [The present turn of humanists and social scientists of the Left to epistemic relativism] betrays this worthy heritage and undermines the already fragile prospects for progressive social critique ("Experiment" 64; emphases added).

Like Weinberg, Sokal adheres to a simple opposition between scientific rationalism and obscurantism (irrationalism);but, in order to demonstrate the political valence of this opposition, in lieu of any argument or evidence, he adds in the emotionally charged terms 'fearless', 'mystifications' and 'powerful'. The logic of this rhetorical appeal is that those in power purposely hide reality in order to maintain themselves in power, and they threaten those who would expose that truth with dire consequences; hence the need for fearlessness in those who would seek the truth. Presumably the political Left takes as its goal the combat against those in power, and therefore wishes to reveal the truths the powerful are concealing; the alliance with science is thus quite natural since both groups are striving to uncover hidden truths. Those in power are inherently epistemic relativists, read sophists, since they want to be able to claim anything whatsoever, as long as it suits their own interests and purposes.

Now this is a very familiar scenario; let Hobbes and Voltaire stand as signifiers of the Enlightenment ideology in its combats against the Catholic Church, and in the case of Voltaire and most other French philosophes, against the monarchy as well. In more complex and ambiguous ways, one might include significant aspects of the thought of major nineteenth-centrury figures also, including Marx, Freud and even Nietzsche. But we in the West, at least, are no longer living in the age of Giordano Bruno or Galileo, and we might wonder just what sort of courage it takes to divulge the results of string theory or the true number of quarks in the universe. And we might also wonder whether the other presuppositions and implications of the rationale behind Sokal's rhetoric are valid either in their logic or in the light of the historical reality of the last two centuries.

One obvious flaw in this scenario is the presupposition that the Left is always opposed to the "powerful". While this may have been an adequate desxription at certain times or places, it is much too vague to be generally acceptable. Certainly various segments of the Left have often held the position of governmental power in several countries during our rapidly waning twentieth

Suprisingly enough, this view is not so far from Sokal's, since one of the major targets of his satire in "Transgressing the Boundaries" was the "egregious" (his word) notion "that science, in order to be 'liberatory', must be subordinated to political strategies" ("Experiment" 63). The apparent contradiction, then, is that on the one hand they maintain that physical reality and its science are autonomous and that autonomy must be preserved in order to avoid perilous cultural consequences; on the other, at least for Sokal, that this very independence produces beneficial cultural and political results.

If the removal of scientific autonomy is harmful to society, as Weinberg also maintains, then, despitė his disclaimer about the utter irrelevance of physics to culture, its presevation should logically have advantageous consequences for society. And in fact, that is what Weinberg too argues: the freedom of science is, in itself, a social good. How, one might ask, does he manage to reconcile this seeming contradiction ? By putting it under the heading of the "exceptions" to his rule of irrelevance, the second of which encompasses "the profound cultural effect of the discovery, going back to Newton, that nature is strictly governed by impersonal mathematical laws"(12). (Let us note in passing the cultural bias operating here, or rather the Anglo-American ethnocentrism, which leads Weinberg to ignore the true originators of that idea, in its modern version Galileo —an Italian— and Descartes —a Frenchman;in antiquity Parmenides— a Greek). Weinberg ends his article by emphasizing the importance of this "discovery" for all humanity: "We will need to confirm and strengthen our vision of a rationally understandable world if we are to protect ourselves from the irrational tendencies that still beset humanity" (15). Ultimately then, the cultural import of sceince —and here he explicity includes all the sciences, not just physics— is the institution of a regime of rationalism to combat the forces of irrationalism. It is the outlook and method of science, the conviction that nature is ruled by impersonal laws accessible through observation and rational inquiry, which is its great contribution to culture.

This still leaves us in the dark, however, about the political consequences of modern science, and it says nothing about a specific orientation towards the Left. Sokal fills in this gap with the following argument, or should I say 'bald assertion":

> For most of the last two centuries, the Left has been identified ***with*** science and ***against*** obscurantism;we have believed that ***rational*** thought and the ***fearless*** analysis of

I will not have time here today to list and analyze every one of the mistakes and illogicalities in Sokal's "experiment." Others have already performed most of this task in the polemics that have followed its publication, and in any case, such an exercise would simply appear to be an innocuous illustration of the truth that people who know nothing about a subject should refrain from publishing their fantasies about it, whether they be humanists criticizing science or scientists disparaging the humanities. There is one apparent contradiction in his argument, however, that I cannot pass over in silence, for, as it concerns the political implications he draws from his little parable, it may have real effects that are far from harmless. Sokal is disturbed, he announces, because in our contemporary science wars the political Left has turned against science and thus has undermined the chances for "progressive social critique" (64). But if the realities which science discovers are in fact objective in the senses that Sokal attributes to that term —that they are independent of any individual human being and indeed of humanity as a whole, not mere social conventions, but understandable in terms of universal laws accessible for the most part to human knowledge— then why would they favor the Left rather than the Right, or the Center ?

Although he writes mosly to praise Sokal, the Nobel Prize winning physicist Steven Weinberg makes basically the same argument implied by my question, when he contends in his *New York Review of Books* contribution to the debate, entitled "Sokal's Hoax" (aug. 8, 1996: 11-15): "In my view, with large exceptions, the results of research in physics (as opposed, say, to psychology) have no legitimate implications whatever for culture or politics or philosophy" (12). This position, that there is no logically valid connection between the laws of the physical sciences and political, social or moral issues, would seem to be consistent with the belief in the pure objectivity of science, and therefore in conflict with Sokal's claim that science, if properly understood as independent of the human world, has been and should remain. allied with the political Left. Moreover, Weinberg does not stop at this declaration of independence for science. He sees its abrogation as the chief danger of the cultural study of science:

> If we think that scientific laws are flexible enough to be affected by the social setting of their discovery, then some may be tempted to press scientists to discover laws that are more proletarian or feminine or American or religious or Aryan or whatever else it is they want. This is a dangerous path...(15)

conventions from the windows of my apartment. (I live on the twenty-first floor)" (62) "There *is* a real world, its properties are *not* merely social conventions, facts and evidence *do* matter. What sane person would contend otherwise ?" (63, Sokal's emphases). Now one might wonder about the logical rigor of this demonstration certainly facts and evidence are strangely missing from it. Is this really so different from the sloppy thinking, the citations of authority and bald assertions of those mere **literary** theorists who have been perpetrating "an apparent decline in the standards of rigor in certain precincts of the academic **humanities**" (62, this time it is I who emphasize) ? At least Sokal's assertions are not bald. On the contrary, each is covered nicely by a burgeoning crown of italic type. Q.e.d. ? And one is not even an assertion at all, but a (presumably) rhetorical question.

We might be tempted to ask whether it is only those postmodern literary theorists who think that "all is rhetoric and language games" (64). Except for the fact —yes, facts and evidence— that neither Lacan nor Derrida nor Irigaray, the Three French theorists Sokal pastiches in order to point up the epistemic relativism of postmodern thought, ever states that everything is rhetoric — Derrida's "il n' y a pas de hors-texte" has a different meaning— nor that there is no real world —although they would not usė the term 'world' in this context, for good philosophical reasons of which Sokal is apparently ignorant, and they would dispute the nature of the relation of the relation of the laws of physics to their object— nor that they are proponents of subjectivist thinking —despite their concern with the "subject"— nor even that people do not fall from twentieth-story windows. Of course, Sokal might dismiss these remarks as more bald assertions.

I for one, do not see why italicized assertions are any more rigorous or scientific than bald ones, nor rhetorical questions than verbal play. And as to evidence, which I suppose the dare to jump out the window is meant to be, I would point out that falling from a high place is not a law of physics, nor a law of nature, nor in fact a law of any kind whatsoever. Any undergraduate philosophy major could recognize in Sokal's example here a gross category mistake, confusing an experience, phenomenon or observation —and one made well before and without the benefit of science, modern or ancient— with a law. But apparently the editors of *Lingua Franca* could not perceive the error, or were so anxious for notoriety that in their rush to publish they failed to have his manuscript evaluated by competent scholars.

SOKAL'S HOAX AND THE POLITICS OF SCIENCE

GILBERT D. CHAITIN
Indianan University

By now everyone is no doubt well aware that a nonsensical article about science and cultural studies has been published in which there were only bald assertions, rhetorical questions, ad hominem arguments, strained examples, and the repetition of ideology pleasing to the editors. I am referring to a piece by Alan Sokal, of course. But not the one that may come first to mind. No, I am thinking of "A Physicist Experiments with Cultural Studies," the announcement he inserted in *Lingua Franca* exposing the hoax he published in *Social Text*. Indeed, the description Sokal gives of "Transgressing the Boundaries: Toward a Transformative Hermeneutics of Quantum Gravity" applies even better to the intellectual imposture he wrote in all seriousness for *Lingua Franca* than it does to the gibberish he snuck past the editors of *Social Text*.

Nowhere in "Transgressing the Boundaries," Sokal tells us, "is there anything resembling a logical sequence of thought;one finds only citations of authority, plays on words, strained analogies, and bald assertions" (63). Leaving aside Sokal's manifest ignorance of the role played by wordplay in French culture in general, or in the theory and practice of language and thought of the structuralists and postructuralists in particular — and let me say that Sokal's own writing is certainly exempt from the accusation of wittiness he levels against those nefarious French "postmodernists" — let us listen to his refutation of the "epistemic relativism" and "subjectivist thinking" he finds in "postmodernist literary theory" (63, Sokal's emphases) as he lays it out in his own, no doubt "scientific" "Experiment with Cultural Studies," "Anyone who believes that the laws of physics are mere social conventions is invited to try transgressing those

REFERENCES

BEN MAISSA A., *Causalité et Probabilité chez Hume et dans le néo-positivisme,* Thèse de 3ème cycle, Univ. Paris-Sorbonne, 1982 [non publiée].

DESCARTES R., *Œuvres,* éd. ADAM et TANNERY, 1897-1913, Vrin, 12 vols.

HUME D., *A Treatise of Human Nature,* Second ed., A SELBY-BIGGE, Oxford, Clarendon Press, 1978.

HUME D., *Enquête sur l'entendement humain,* Trad. A. LEROY, Paris, Aubier Montaigne, 1977.

KANT I., *Critique de la raison pure,* trad. fr. de A. TREMESAYCUES et B. PACAUD, Paris, PUF.

PLATON, *Œuvres complètes,* texte et trad. fr., 14 vols, Les Belles-Lettres, Paris, 1940-1983.

no habit can surpass the degree of regularity that begets it. However, "whenever we infer the continued existence of the objects of sense from their coherence, and the frequency of their union, it is in order to bestow on the objects a greater regularity than that is observed in our mere perceptions."(17) This explains the principle that makes us maintain belief in the continuous existence of objects.

CONCLUSION

We generally admit that imagination is boundless. There is no limit to what it can produce and there are no laws which govern it. Hume himself recognizes this liberty to imagination and affirms that "nothing, at first view, may seem more unbounded than the thought of man, which not only escapes all human power and authority, but is not even restrained within the limits of nature and reality. To form monsters, and join incongruous shapes and appearances, costs the imagination no more trouble than to conceive the most natural and familiar objects. And while the body is confined to one planet, along which it creeps with pain and difficulty; the thought can in an instant transport us into the most distant regions of the universe; or even beyond the universe, into the unbounded chaos, where nature is supposed to lie in total confusion. What never was seen, or heard of, may yet be conceived; nor is anything beyond the power of thought, except what implies an absolute contradiction [...]. But", Hume adds, "though our thought seems to possess this unbounded liberty, we shall find, upon a nearer examination, that it is really confined within very narrow limits, and that all this creative power of the mind amounts to no more than the faculty of compounding, transposing, augmenting, or diminishing the materials afforded us by the senses and experience well that our thought seems to possess this unlimited liberty, we will find, to examine him besides near, that it is really tightened in of very narrow limits, and that all this creative power of the mind doesn't bring up to anything besides that to the faculty to compose, to transpose, to either increase, to decrease materials that bring us senses or the experience."(18) By way of conclusion, to the question "are we absolutely free to think ?" Hume does not provide us with a clear answer. He asserts that imagination is free to act, but at the same time, he recognizes the existence of laws that limit and determine the behavior of our imagination. However, these laws, according to Hume himself, are not formal, i.e. they can be violated without contradiction; because they belong to the matter-of-fact domain.

17- *Ibid.*

18- Hume, *Enquiry,* Section II.

experience."[14] In this respect, Hume compares imagination to delirium and lunacy. According to him, a vivid imagination very often degenerates in delirium because both of them proceed from the same principles and operate in the same way. But in this case, there will be no means to distinguish truth from error. "A present impression and a customary transition are now no longer necessary to enliven our ideas. Every chimera of the brain is as vivid and intense as any of those inferences, which we formerly dignified with the name of conclusions concerning matters of fact, and sometimes as the present impressions of the senses."[15] From that Hume concludes that *fiction* and *conviction* are of the same nature.

THE IMAGINATION BEGETS THE IDEA OF A CONTINUOUS EXTERNAL EXISTENCE

The idea of existence, and that of continuous and independent existence, occupy considerable room in Hume's epistemology. We find them in his *Treatise of Human Nature* (Part III, sect. VI and Part IV, sect. II). To deal with these ideas, Hume begins by formulating the following three questions:

1. what makes us believe in the existence of bodies ?
2. why do we attribute a continued existence to objects, even when they are not present to the senses;
3. and why do we suppose them to have an existence distinct from the mind and perception ?[16]

After examining these questions, Hume established the following conclusion: belief in the external world, and in its independence when it is not perceived and in its distinction from mind is begotten by imagination (and not by reason or by senses). This belief is born from the union of certain qualities of the impressions relevant to outside objects with qualities of imagination: among these qualities, Hume mentioned the particular *constancy* and *consistency* of our impressions. It is obvious that the mind can only reason on perceptions but not on material objects. The habit that carries imagination to adopt this or that position evidently results from the regular succession of these perceptions. But

---

14- Hume, *Treatise,* Book I, Part III, Section X.

15- *Ibid.*

16- Hume, *Treatise,* Book I, Part IV, Section II.

Hume grants here a considerable importance to the three relations that unite ideas in the imagination, namely resemblance, contiguity and causality. The philosopher sometimes limits himself to the present impression and consider it as the real reason of belief. But what makes this impression capable of producing this effect? Belief which results from a present impression does not have anything to do with the efficiency proper of the impression, it must be derived solely from the past repetition of the impression. "When we are accustomed to see two impressions conjoined together, the appearance or idea of the one immediately carries us to the idea of the other."(11) It is therefore the action of custom on imagination that produces belief. From that particular conclusion, Hume extricates a general one. This general conclusion consists in affirming that "all probable reasoning is nothing but a species of sensation. It is not solely in poetry and music, we must follow our taste and sentiment, but likewise in philosophy."(12) The habit produced by the past experience is a mental process that releases itself before even we have time of reflection. Human mind obeys a basic principle of human knowledge that Hume puts as follows: "Instances of which we have no experience, must necessarily resemble those of which we have."(13) Starting from this principale, imagination can extricate inferences from experience without thinking.

By strength and vivacity that accompany belief, this one has a certain influence on imagination, notably in the domain of reasoning by causality. Human mind receives ideas of this nature without the intervening of judgment. Poets and tragic authors can influence imagination without belief nor absolute certainty; thus assuring an easier welcome in the imagination to the extraordinary events that they represent. But it is not an exception to Hume's system; it is rather a confirmation, since tragic poets influence imagination because they borrow from history great names and the main events for their poems, these being themselves objects of belief.

The influence that belief produces on imagination procures a certain vigor for the latter. In the same way, a vigorous imagination produces a belief and an authority. "It is difficult for us to withhold our assent from what is painted out to us in all the colors of eloquence", Hume said, "and the vivacity produced by the fancy is in many cases greater than that which arises from custom and

11- Hume, *Treatise,* Book I, Part III, Section VIII.

12- *Ibid.*

13- *Ibid.*

The mode of association of ideas in the imagination that Hume proposes has the advantage to explain a certain number of cognitive phenomena such as belief, the idea of the external world, the idea of the independence of this world and the idea of the continuity of its existence when it is not perceived. In the following paragraphs, we will attempt to throw light on the connection between imagination and these phenomena.

IMAGINATION AND BELIEF

Hume begins by asserting that the idea of belief does not add anything to the idea of the object which carries this belief. The same observation also applies to the idea of existence with regard to the idea of the object for which we grant the existence. "When I think of God, when I think of him as existent, and when I believe him to be existent, my idea of him neither increases nor diminishes."(8) Hume admits that there is a difference between the simple conception of the existence of an object and the belief in its existence. But this difference does not reside in the parts or in the composition of the conceived idea. It must be in the *manner* by which we conceive it. What is therefore an opinion or a belief ? Hume proposes a definition that he considers very precise; he asserts that belief is "a lively idea related to or associated with a present impression."(9) And from this *present impression* we can go to the idea or the impression of an object or to the belief in another. This transition is not determined by reason, but by a principle of association that Hume names *habit.* Belief does not differ from fiction by its nature or by parts that compose it, but merely by the manner by which it is conceived. An idea, object of belief, is felt otherwise with regard to another idea, object of fiction. Hume ignores in what the difference of feeling could be consisting. However, although imagination is capable of joining all ideas, of mingling them and of varying them in all possible manners, it can not reach by itself the belief.

What confers vivacity to an idea ? To answer this question, Hume establishes a fundamental principle of the science of human nature: "when any impression becomes present to us, it not only transports the mind to such ideas as are related to it, but likewise communicates to them a share of its force and vivacity."(10) But this principle can not apply correctly unless a relation is present.

8- Hume, *Treatise,* Book I, Part III, Section VII.

9- Hume, *Treatise,* Book I, Part III, Section VIII.

10- *Ibid.*

order and their position; the second principle deals with the liberty of imagination to transpose and to change its ideas. But it happens frequently enough that ideas of memory become weak with time and they become therefore difficult to be distinguished from the ideas of imagination which are weak by nature. Furthermore, it is possible that an idea of imagination acquires strength and then becomes confused with an idea of memory and replicates its effects on belief and judgment.

Imagination has the power to either separate or unite all simple ideas.[5] But it is excluded that it does this at random, since, according to D. Hume, there are universal principles that guide it in its operations. However, "This unity principle among ideas is not to be considered as an inseparable connexion; for that has been already excluded from the imagination: Nor yet are we to conclude, that without it the mind cannot join two ideas; for nothing is more free than that faculty: but we are only to regard it as a gentle force, which commonly prevails [...]."[6]

Without going into details, Hume reduces to three the qualities that give birth to this association: resemblance, contiguity and causality.

Resemblance	:	in the course of our thought, imagination confortably passes from an idea to another idea that resembles it. This quality, alone, is widely sufficient for the fantasy.
Contiguity	:	according to human nature, when senses change their objects, they keep their order of contiguity. Imagination is *almost* compelled to adopt this method of thinking.
Causality	:	with regard to causality, Hume asserts that "there is no relation, which produces a stronger connexion in fancy, and makes one idea more readily recall another, than the relation of cause and effect betwixt their objects."[7]

It should be noted that humean Interpretation of the working of understanding is supported by a major observation formulated by Hume himself, namely there is a kind of *attraction* that has in the world of ideas an effect as extraordinary as that in the world of objects. Following Newton's example, Hume does not pretend to know the reasons of this attraction. But he supposes, in general, that it's due to original qualities of human nature which are inexplicable in hume's view.

5- Hume, *Treatise*, Book I, Part I, Section IV.

6- *Ibid.*

7- *Ibid.*

following Empiricist criterion of knowledge: all elements of our perceptions come from sensorial impressions. In other words, all our ideas are copies of our impressions. Besides this criterion of *knowledge*, Hume establishes a very simple criterion of *meaning* in the following words: a term has meaning only if there is an impression or combination of impressions of which it is a copy. Every idea must be derived from an impression. There is no difference in nature between these two items, but they have to form, in our consciousness, separate and distinct units. And the main task of psychology, Hume supposes, is to find laws by which ideas and impressions become associated. Compared to Locke and Berkeley, D. Hume is trying here to innovate by borrowing some basic assumptions from Newton. There should be no difference between consciousness and matter in their nature and functioning mode. Like matter, consciousness is formed by distinct and isolated elements called atoms. And just as laws of nature define the behavior of material atoms, laws of association make ideas fall into order.

LAWS OF ASSOCIATION OF IDEAS

According to Hume, our ideas are linked by three main principles: *Resemblance, Contiguity* (in time and space) and *Causality*. Complex ideas such as triangle, freedom, government, substance, self, etc. can emerge thanks to these laws.

Before examining how ideas are combined in the imagination, the humean distinction between ideas of memory and ideas of imagination requires some attention. Hume devotes to this topic a whole section (the 3d section) of Part one of the *Treatise of Human Nature* (Book I: "Of the Understanding"). The acquired impressions re-appear in the mind either weakened or with a considerable degree of their original vivacity. The faculty thanks to which impressions repeat themselves in the first way is called imagination, whereas it is called memory in the second way. Ideas of memory are more vivid than those of imagination. "The former faculty paints its objects in more distinct colors than any which are employed by the Latter."[4] Besides, unlike memory, imagination respects neither the order nor the shape of impressions to which its ideas correspond. Hume establishes here two other principles of human nature: the first one concerns the main role of memory, this one being the fact to preserve, not only simple ideas but their

4- Hume, *Treatise*, Book I, Part I, Section III.

the faculty of intellection insofar as this one conceives incorporeal natures whereas imagination deals with contemplation of corporeal figures and pictures.[2] However, in spite of this radical change, imagination is still considered as a source of mistake, since it is bound to the bodily data only. Besides, as Descartes and Malebranche suppose, *imagination*, compared to *reason*, is incapable of submitting itself to laws. This is why it diverts the individual from the path of truth. Therefore, it represents, according to rationalists, a danger, either on a moral or intellectual basis.

The rationalist conception of imagination was supplanted by the empiricist one in which imagination, bound closely to sensation, the origin of human thought, plays a positive role in the cognitive process. The fact that it is bound to bodies is not any longer a defect, but rather a positive quality. Thus, imagination became the real foundation of human understanding. For that reason, the definition of imagination has been structurally modified: for modern empricists, as with David Hume, an 18th century British Empiricist, the imagination is the capacity of binding representations of sensorial origin. The intellectual representations can not be integrated in this conception unless we could conceive, as Kant did, a transcendental imagination. It should be noted that Kant does not pretend to know procedures of the imagination. These procedures, Kant asserts, remain a hidden act in the depths of the human soul. [3] Unlike D. Hume, Kant does not form a judgment concerning the presence or the absence of laws governing the cognitive working of imagination.

In contemporary epistemology, imagination is a pivotal term. It can be distinguished from faculties such as *memory* and *reason*, but its distinction is not obvious. Its nature and functioning are still an essential problem. Is imagination a genuine faculty able to manipulate feelings and produce a creative work or is it only a natural extension of sensibility ? Are there laws governing the activity of imagination or is imagination free in its working, since it is a liberating faculty? To answer these questions, many theories have been formulated. In this paper we will confine ourselves to the Empiricist theory emitted by the English Empiricist D. Hume.

To determine the nature of imagination, Hume inquires into the nature of human understanding. He restates Locke's theory of ideas and formulates the

2- Descartes, *Secondes Méditations.*

3- Kant, *Critique de la Raison Pure,* trad. T. et Pacaud, p. 153.

IMAGINATION : HOW IT WORKS

(An Empiricist point of view)

ABDESSALAM BEN MAISSA
Université Mohamed V - Rabat

In this paper I'll deal, as comprehensively as I can, with a very precise question, namely how imagination works ? I'll first try to define what would be meant by the word "Imagination" and what kind of cognitive value could be assigned to this word. I'll examine the nature of laws that associate ideas in imagination. And finally, I'll try to look into the main philosophical ideas which are closely related to the work of imagination, that is the idea of belief and the idea of the existence of the external world which are both necessary to establish scientific cognitive systems.

DEFINITION AND COGNITIVE VALUE OF THE IMAGINATION

Common sense takes for granted that imagination has a meaning as restraining as negative, since it is reduced to *fantasy*. Ancient philosophers consider imagination as the cause of error. Plato and Stoics, for example, suppose that imagination is identical to sensation and is at the bottom of the cognitive scale.(1) They affirm that it plays a negative role in the cognitive process, since it disturbs reasoning by its spontaneity and is at the origin of illnesses of the soul. At the beginning of modern times, particularly with rationalists, imagination acquires a completely different status : for the first time, imagination is considered a fully-fledged faculty; it is especially different from

1- Platon, *République,* fin du livre VI.

creative thought".[24] And, it is in analogy that imagination and reasoning meet and interact, at different levels, to build various judgments of common knowledge, science, art or technology.

So images and numbers interpenetrate in different ways and at different levels. In scientific thinking, the two cooperate in order to develop chains of quantified relations to propose models for explaining facts. Those who distinguish sharply reasoning and imagination rely on the canons of deduction or induction or on both; but considering that the ordinary and fruitful mental mechanism is mostly analogical, there is no more justification to separate imagination and reasoning, because they interpenetrate continuously and combine in different ways. Then, we can say, imagination and reasoning extend each other; and we can find no point of clear separation among their constructs.

24- Philip N. Johnson-Laird, 'Analogy and the Exercise of Creativity', in Stella Vosniadou and Andrew Ortony (eds.), *op. cit.* (pp. 313-331), p. 324.

imagination operates at various degrees of reliability, depending on the intellectual context and on the immersion of its constructs in the chains of reasons and inferences. For imagination can be identified with a deduction if the elements at hand are relevant and sufficient, as is the case in some scientific discoveries by deductive inference.

It is also the case in the mathematical reasoning: intuition and demonstration interpenetrate in such a way that we can not trace any boundary between the two moments in the mathematical construction. And we normally say of an innovation that it came by intuition, because we are not aware of the intermediary steps that brought to the ultimate constitution of the idea. In fact, intuition is a reasoning most of whose steps are implicit; and because the reasoning is extended in a manner that makes the prediction of all its steps out of reach of the 'normal' habits of reasoning. That is to say, we say of an innovation that it happened through intuition when the 'distance' (the number of steps) between the premisses and the conclusion is relatively far. By the notion of 'distance' we mean here the difference in the intermediary steps between this equality "2/5 = 4/10 " and this other "2/5 = 54/135 " ; for, we normally need more time to grasp the second equality than to grasp the first, because we need more steps in the second example than in the first. But, actually, the two equalities constitute a continuous chain of reasoning. Indeed, the intermediary steps in a chain of reasoning can be more or less implicit; and the reasoning can be obscured more or less by the obstacles imposed by the style of thought which conditions it at a moment of its development. So intuition and demonstration interpenetrate and extend each other, and there is no possibility of separating sharply one from the other.

The approach adopted here emphasizes the fact that imagination functions through its interference with reasoning, and that the two constitute the same flow of model construction. Certainly, neither induction nor deduction can express the dynamic interplay of concepts and images in model construction and reconstitution, but analogy can. And, in scientific inquiry, novelties come very often by analogical processes; they come sometimes by deductive-analogical inference when they consist in simple solutions of 'normal' equations. Therefore, analogy is fruitful in science, art and engineering as it is in everyday life. For the rise of novelties is not a matter of blind randomness, it is oriented and influenced by our past experience and the richness of our memory. As is written by Johnson-Laird: "Innovations in science and art often arise as a result of analogical thinking ([...]). Such analogies, however, call for genuinely

from the ways scientific phrases are organized, because of the specific ways of conception and construction.

3- No reasoning is free of images; and the Positivists and Popper and (relatively) Bachelard wrongly brush aside the creative character of images, metaphors and analogies. For every imagination is guided by reasons; and reasoning works through an interplay of images and numbers, to invent webs of relations organized in a variety of forms that can be matched to the factual world through experiment and measurement and mathematical constructions. But the interplay does not follow strict ways; it acts in various ways to create mental models and to submit them to the court of practice.

Creativity in science, technology and art follow similar intellectual processes. The processes of transfer of ideas, borrowings of examples and relations are central to all fields of mental activity, because these fields do not constitute independent compartments. As E. S. Ferguson says: "Thus, far from starting with elements and putting them together systematically to produce a finished design, both the artisan and the engineer start with visions of the complete machine, structure, or device".[22] But, we would better say that the construction of models is a continuous and a flowing springing up and transfer of images and concepts within and between different fields; but, it is completely correct to say that mental combinations never start with individual judgments before relating them through logical connectives.

We can conclude that reasoning and imagination interfere and interact; and no frontier can be drawn between the two complementary components of thinking. The development of arts and sciences attests to the interaction of the two constituents of mental activity. Reasoning develops and constrains imagination through binding it to the field of inquiry; imagination extends reasoning in order to infer pregnant hypotheses and conclusions. We can say in a kantian way that reasoning without imagination is empty, imagination without reasoning is pure speculation. But, since semantical emptiness and pure speculation do not exist, reasoning and imagination cannot exist without one another. As is written by D. E. Rumelhart: "Much of reasoning seems to involve imagination. It seems that to some degree we can solve problems by imagining situations and 'seeing' what would happen".[23] That is why we say that

22- Eugene S. Ferguson, *Engineering and the Mind's Eye*, The MIT press, 1992, p. 5.

23- David E. Rumelhart, 'Toward a Microstructural Account of Human Reasoning', in *Similarity and Analogical Reasoning* (pp. 298-312), ed. S. Vosniadou and A. Ortony, 1989, p. 306.

it is the substantial character of arguments that lend them strength and relevance, not the formal artifice. It follows from this that reasoning cannot be formalized in all its details. And in practice we normally start with the consequence of the inference, before we express the assertions on which it depends; this means that we make assertions rooted in basic imagination.

C) INTERPENETRATIONS.

1- Traditional separation of reasoning and imagination is not acceptable any more; and the interaction between the two elements operates at different levels, and produces systems of belief and knowledge of different degrees of precision and matching to nature. Johnson-Laird said: "images and beliefs are both high-level constructs, and it is a mistake to argue that they are epiphenomenal just because they can 'penetrate' each other".[19] Indeed, images, beliefs and knowledge interact at different levels, and constitute systems that explain facts with different degrees of accuracy. That is why it is important here to mention the constructive character of image making.

E. S. Ferguson stresses the role of drawings, schemata and images in engineering; and reminds us that many scientists work as engineers do. He writes: "Everyone [...] is familiar with images in the mind. Many of us resort without reflection to our nonverbal abilities to think in images of real things and of things that appear only in our imaginations".[20] Furthermore, the verbal and non-verbal interact in every field of conceptual activity, and the end-product can be science, art or technology, respectively to the project laid down by the actors.

2- Images form chains organized in associations that appear at specific occasions; and psychological states of individuals have a role in the apparition. But psychological dispositions are not alien to knowledge building and transfer and communication. So images contribute to the constitution, circulation and development of knowledge; and they can be connected in chains with propositions to form an integrated body. J. R. Anderson writes correctly: "As with strings, new images can be synthesized by combining old ones [...] Images so constructed have the same hierarchical character as phrase units constructed from subphrases".[21] But the ways images are combined and fused are different

19- P. N. Johnson-Laird, *Mental Models*, p. 152.

20- Eugene S. Ferguson, *Engineering and the Mind's Eye*, The MIT Press, 1992, p. 41.

21- John R. Anderson, *The Architecture of Cognition*, Harvard U. P., 1983, p. 64.

experimental situations, as is the case in Einstein.[16] So, every hypothesis and every inference go farther than the sum total of facts and sentences; and every assertion is streched out in order to attain the unknown. As is correctly said by Michalski: "Extending the meaning of a single concept by conducting inference corresponds on a small scale to extending any knowledge by inference".[17] And in the extension, reasoning and imagination are intimately connected in a continuous and organic unity. And it is through this concept of extension that we can understand the above assertion about the deepness of one mile in the Atlantic Ocean.

Therefore, it must be recognized that imagination does not act in a conceptual vacuum; it is partly conditioned by the style of thought of the moment, in the same vein that reasoning is conditioned. So the possible images are not alien to the scientific atmosphere in which scientists act. And when the extension is based on measurement and mathematical development, it can predict with a great accuracy the state of the facts investigated. So even if it has been recently recognized that G. Galileo was a talented experimenter, we can assert that the imaginary component of some of his 'thought experiments' is explainable by this extension of inference by means of proportions and of mathematical limit; for, the two mechanisms permit us to predict correctly the future of an experimental situation.

4- S. E. Toulmin argues correctly that an argument can be laid out in different forms, some are more transparent than others. This brings necessarily the question of the dependence and of the acceptability or inacceptability of arguments upon their 'formal' merits or defects.[18] Indeed, in actual reasoning (argumentation), most of the premisses stay implicit; and if we intend to formalize the argument, we have to add many previously undeclared premisses. Moreover, no formalization can express all the sentences we put as backing for our conclusions. So, formalization helps to make arguments explicit inevitably, but it eliminates many elements, and reduces them to a poor skeleton of propositions.

Most of our arguments take the form of enthymemes and responses in dialogue situation; and they are not because of this less fruitful. On the contrary,

---

16- Gerald Holton, *Thematic Origins of Scientific Thought*, Harvard U. P., 1988, pp. 386-387 & passim.

17- R. S. Michalski, *op. cit.*, p. 133.

18- S. E. Toulmin, *The Uses of Argument*, Cambridge U. P., 1958, p. 95.

Engineers display images through mental design before elaborating them on paper and then in words. This permits us to emphasize the creative character of imagination, not only as a free association of images, but also as a constructive rational synthesis in arts and technology. It is in this sense that we conceive of images as "the mental images serving as the vehicle of thought [...]", and that thought imagery "must embody all the aspects of a piece of reasoning since this imagery is the medium in which the thought takes shape".[13] So image creation is an integrated part of the conceptual activity, and is not alien to knowledge construction; and in this, imagination and reasoning interact continuously in a dynamics of building models and reconstituting them in order to give accounts more or less correct of what is happening in the world.

R. Arnheim is right to point out that "Percept and concept, animating and enlightening each other, are revealed as two aspects of one and the same experience".[14] We can also assert that imagination and reasoning, animating and interpenetrating, and enlightening each other, are revealed as multiple levels of the activity of knowledge generating and building and reconstituting. For imagination not only introduces raw material on which reasoning acts and constructs, it embodies the material in webs of relationships to impose organization and uniformity on the parts of the world under investigation. So, we cannot avoid stressing the "role of imagery in reasoning".[15] In fact, imagination shapes rational activity, indicates its directions, and traces its boundaries; and consequently, it penetrates every step of reasoning.

3- History of science investigates how concepts and methods travel through cultures and systems of ideas, and how they get transformed through different uses and contexts. It shows that scientists have always borrowed their models from neighbouring disciplines, and that the study of phenomena takes as examples the results in areas similar in some characteristics.

Furthermore, we must think of scientific inquiry as rooted in some intellectual tradition that determines the scope and limits of both reasoning and imagination. Within the framework of the tradition, models and examples travel from one field of research to the other. And even the "wonders" experienced in childhood play a role in the scientific imagination through visualizations of

---

13- Rudolf Arnheim, *Visual Thinking*, University of California Press, 1969, p. 241.

14- Rudolf Arnheim, *Visual Thinking*, p. 273.

15- Stephen M. Kosslyn, *Image and Brain*, pp. 285, 324, 327, 404.

and of the assumed relevance of our ways of inferring implies projections and expectations, i. e. acts of imagination and reasoning tied together in one and the same mental process.

2- Cognition is the product of interference of memory, calculus, and the manipulation of mechanical artifacts to construct mental models in order to answer questions about concrete states of affairs or virtual ones. But mind does not follow fixed rules once and for all; it integrates the information received to the background knowledge it already accumulated. In this process, memory plays an essential role in assimilating new knowledge and in reconstituting primary knowledge in the light of the new one; so imagination enters in the scene to weave and construct images that guide personal preferences and anticipate the events. It is evident that in some cases, images dominate the mental activity; while in others, reasoning is more remarkable. As S. M. Kosslyn says: "Images come and go, and the particular image we have depends on the situation".[11] Indeed, image-making is affected by the kind of knowledge we have; on the other hand, the relevance of reasoning is affected by the ability to conceive the appropriate images.

There is nothing surprising in the return of interest to image construction in the study of mental activity during the last three decades, because it became obvious that our mental activity is never independent from images. Even more, it can be said that images condition our way of conceiving mentally and behaving practically. In fact, we cannot speak of models without evoking the role of images and image-matching to the facts (as seen through the dominant cultural environment). And in the same manner that concepts can be combined in different ways to constitute judgments about facts, images can be associated in different ways and can be reconstituted conveniently in order to approach the factual world. That is why after the fifties, as Holt said, imagery became "one of the hottest topics in cognitive science".[12] And that is why the interests for imagination are a normal consequence of the failure of the traditional approaches which relied on formal methods and discarded the pragmatic aspects of reasoning. And we can talk of a wide conceptual shift in approaching natural and cultural phenomena, which took place during the fifties and sixties of our century.

11- Stephen M. Kosslyn, *Image and Brain,* p. 286.

12- Robert Holt, 'Imagery: The Return of the Ostracised', in Eugene S. Ferguson, *Engineering and the Mind's Eye,* The MIT Press, 1992, p. 44.

of the levels of deepness of the Ocean. For the assertion brings into play the acquired knowledge and our ability to form images about the levels of deepness in the Ocean. And we can find other examples similar to the precedent assertion. So images can contribute to build rich ideas by tracing fresh paths and contours in the domain of expectation and imagined experience; and as S. M. Kosslyn writes: "Perhaps the most basic property of visual mental imagery is that images make accessible the local geometry of objects".[9] But, imagery is not a standardizable procedure; bacause it acts under complex conditions, in which many factors enter into play.

1- Non- classic research that developped since the fifties stresses the role of analogy as a means of argumentation, innovation and communication of knowledge. Analogy proceeds by the transfer of ideas, images, webs of relations, from one domain to another, and from the past to the future; for analogical reasoning is extensible and prone to projection from the known to the unknown. Certainly, the transfer implies inner transformations of the knowledge within the context of reception and adaptation of concepts and of various practices. When seen in the actual practice, science does not act through generalizations from particular judgments to a universal law. And it does not follow formal ways of deducing necessary consequences from clear and explicit premisses. For every assertion is based on implicit assumptions and personal expertise of the researchers or simply of the actors in communication. This means that every assertion is committed to the legacy of the tradition to which the researcher belongs and from which he draws his hypotheses and habits of reasoning and expression.

Ordinary thinking consists in manipulating words and images; but the meanings are not completely determined. In science, the task consists of matching facts and mental images, and this long process implies a continuous adaptation and a relative stabilization of the meanings and inferences. So, in principle, meanings are extensible, and so are inferences, through contact with various contexts of experimentation. In the words of R. S. Michalski: "By using context, the meaning of almost any concept can be expanded in directions that cannot be predicted in advance".[10] And extension of the meaning of concepts

---

9- Stephen M. Kosslyn, *Image and Brain*, The MIT Press, 1994, p. 335. He writes in page 336: "[...] images are not simply interpretations ([...]); rather, they must specify geometric information in the way that perceptual representations do".

10- R. S. Michalski, *op. cit*, p. 135; and in p. 127: "By allowing that the meaning of words can be context-dependent and inferentially extensible, one can greatly expand the number of meanings that can be conveyed by individual words".

philosophers since Aristotle. And most of them stress the role of deduction and induction and conceive analogical mechanism as a combination of the other principal two.[8] But we can object to this view that mind does not operate in three separate ways as if it were operating deductively then stops doing so in order to operate analogically and then inductively; for mental activity constitutes a continuous and tied flow, that is flexible, but does not work as if it were operating in separate compartments different in nature.

Actually, every piece of reasoning is modelled after a precedent one, and extends to the unknown by supposing a continuity in the events and facts; and the fruitfulness and strength of this reasoning depend on the successes and failures of the precedents considered, explicitly or implicitly. For every new idea is influenced and shaped by the background knowledge in which it is generated, through comparisons and borrowings.

Certainly, the actual way of reasoning works analogically; and this is supported by the findings of the new perception theory and by argumentation theory. Furthermore, analogy has no special fixed canons: it acts by association when in loose domains; but it acquires strong means (for example mathematical means) when it acts in hard fields of proof; this means that reasoning acts with different levels of fruitfulness and strength, depending on the stage of growth of the specific field and on the ability of the scientist.

B) REVISIONS

Sometimes we make assertions in the following manner: there is a place in the Atlantic Ocean one mile deep under the level of water surface. Is this an imaginative construction ? Is this an inference based only on experienced facts? Is this a deductive inference ? Is there any inductive generalization ? There is certainly a grain of imagination in the assertion; but also there is in it some kind of rational conclusiveness. In fact, there are many levels of deepness of the Ocean, and somewhere the level must be one mile deep. We can be sure of that even if we did not experience it; and we can say that the assertion consists in an organic combination of imagination and reasoning. In this example, we see that imagination and reasoning join together in order to permit the assertion of the same idea. And the assertion does not fit the deductive standards or the inductive steps; its generation is the result of a combined chain of inferences and images

8- R. S. Michalski, 'Two-Tiered Concept Meaning ...', pp. 126-127.

intuitions" in order to fill the gaps resulting from the application of logic. This means that both the inductivist and the deductivist approaches of the concept formation and of the growth of knowledge are well short of the richness and dynamic character of perception, cognition and reasoning.

Indeed, the growth of knowledge is invested by tensions, misunderstandings and resistances by scientists to the innovations foreign to their habits of mind. In fact, science is always in dialogue or in conflict with the cultural traditions in which the practitioners are educated. This evidence testifies that scientific inquiry cannot be characterized in terms either of generalizing induction from uncontaminated data or of inferring deduction from explicit and declared premisses. Certainly, inquiry consists of integrated interacting processes of transfer, dialogue, competition, problem solving and reconstitution, partially or totally, of the scientific field. And imagination does not enter into play only as hypothetical anticipations; it takes part in the conceptual scientific construction, and contributes in the explanation and prediction of scientific theories. Therefore, formal deduction and empirical induction do not respond to this tortuous pragmatic character of knowledge construction and communication.

The essential feature of reasoning is to try to understand the past and present of a state of affairs, and to project this understanding onto the future of this state, as if the mind were predicting this future; and this cannot be done without the intervention of imagination. This means that reasoning is not the activity of a supposedly autonomous reason; for reason is not independent from the cultural environment in which it forges its constituents and their limits. Maybe in some rare cases, images are not necessary in building a chain of propositions; and it is in this sense that Johnson-Laird says: "A picture may be worth a thousand words, but a proposition is worth an infinity of pictures".(6) But, in general, pictures, words, and propositions are bound together, and function simultaneously in weaving conceptual webs and in generating models in order to capture parts of the world.

So some scholars characterise reasoning as constituted of three modes: deduction, analogy and induction;(7) and this is the standard idea among

---

6- Philip N. Johnson-Laird, *Mental Models*, Harvard University Press, 1983, p. 158.

7- Ryszard S. Michalski, 'Two-Tiered Concept Meaning, Inferential Matching, and Conceptual Cohesiveness', in *Similarity and Analogical Reasoning* (pp. 122-145), ed. Stella Vosniadou and Andrew Ortony, Cambridge U.P., 1989, pp. 122, 125, 129.

to this mechanization, like Brouwer, retreated to confusing metaphysics and mystics. So the dichotomy of 'rational' (logical) and 'irrational' (imaginative) went deeper because of divergent doctrinal commitments. But, in general, mathematical creativity is considered as the fruit of intuition. But, intuition is usually considered as an inference without premisses or as an illuminated idea without precedents.

5- In the psychology of perception and learning, behaviorism discarded mental images under the pretext that images cannot lend themselves to measurement and quantification. For positive explanation implies discarding imagination from rational study, because imagination belongs to the realm of subjective emotions; and in order to found a scientific study of the psychological states, one has to reduce them to the external characters of behaviour and speech.

That is why the traditional conceptions of rationality consider images and intuition as sources of confusion, subjectivism and mysticism. They try to standardize the mechanisms of reasoning and model building, in order to demarcate science from illusions of perception. But since the way of inventing does not respond to their standards, they throw innovation in what they take to be the irrational part of mentalist psychological states. This reveals dramatic shortcomings in their way of approaching cognition and reasoning; because they reduce the rich complexes of perception, cognition and reasoning to a poor syntax, be it linguistic or logical.

In this way, either one is committed to hard 'rationalist' conceptions which find no support in the actual ways of thinking, or retreats to pretentious and fanciful assertions of bad metaphysics and mysticisms (it does not mean that all metaphysics and mysticism is necessarily bad). So, it becomes clear that the irreducible dichotomy reasoning/imagination is the creation of the views that approach the rise and growth of knowledge through the filters of induction or deduction or both. And even if some views recognize a role to imagination in science, they take it as completely distinct and separate from reasoning.

But inductivisms and deductivisms run counter to the actual practice of science as revealed by research in History of Science, Argumentation Theory and Cognitive Science, during the last three or four decades. It is shown that the development of knowledge, common or scientific, follows neither the schemata of generalizing induction nor the strong canons of formal logical deduction. And when Popper and Carnap become aware of the shortcomings of deduction and induction in developing fruitful hypotheses, they call on "irrational guesses and

2- Rationalists usually rely on the role of hard demonstrative standards; but the rationalist K. R. Popper recognizes that every discovery contains 'an irrational element' that cannot be expressed in terms of rational formal logic.[2] He makes almost the same distinction as the one made by Reichenbach, between the two contexts: discovery and justification. Meanwhile, Popper stresses the place of guesses, anticipations and prejudices in science; then he writes: "But these marvellously imaginative and bold conjectures or 'anticipations' of ours are carefully and soberly controlled by systematic tests".[3] For, the products of imagination must be submitted to the strict standards of logic, in order to reshape them and to insert them in the systematic structures of science.

3- G. Bachelard, a temperate rationalist, thinks of images as obstacles that must be removed in order to found a scientific explanation, because image and reasoning do not go together. In his words: "The danger of immediate metaphors for the formation of the scientific mind is that it is not always images that fade; they push towards an autonomous thinking; they tend to complete each other, and to achieve themselves in the reign of the image".[4] For images prevent the mind of thinking scientifically, because of their unconstrained character. If Popper completely avoids talking about analogies, Bachelard , for whom "the first intuition is an obstacle to scientific thinking", argues that "in the scientific mentality, the hydraulic analogy enters into play *after* the theory is there. In the prescientific mentality, it enters into play *before* the theory".[5] So, in this conception, analogies and metaphorical images pertain to the "prescientific mind"; and in order to approach the facts scientifically one has to divorce them through an "epistemological break". Therefore, the realm of "common knowledge" and the realm of "science" are thought to be governed by strictly different mechanisms.

4- In mathematics, the dichotomy of demonstration and intuition is a specification of the dichotomy of reasoning and imagination: demonstration being a sound and strong logical reasoning, and intuition an unmediated and unpredictable act of imagination. Logicists and formalists tried to banish intuition from mathematical reasoning through a mechanization of mathematical language and deduction. But, on the other side, most of those who were opposed

---

2- Karl R. Popper, *The Logic of Scientific Discovery*, London: Hutchinson, 1977, p. 32.

3- K. R. Popper, *op. cit.*, p. 279.

4- Gaston Bachelard, *La Formation de l'Esprit Scientifique* (1938), Paris: J. Vrin, 1989, p. 81.

5- G. Bachelard, *ibid.* , pp. 78 & 80.

IMAGINATION AND REASONING

Bennacer El Bouazzati
Faculty of Letters - Rabat

A) SEPARATIONS

The term 'imagination' is taken here in its broad meaning, not only as meaning image making or imagery; it means also free association of ideas, expectations, and conjectures.

The activity of imagination is seen by both groups of empiricists and rationalists as being outside the core of science; and scientific thinking is conceived as the field of logical exercise *par excellence*. In these traditional views, imagination intervenes into thinking in the form of guesses and conjectures just to build fresh hypotheses; and reasoning comes later to test them by standard logic and experience, then pushes the tracks of imagination away from the hard core of scientific theories.

1- For empiricists like H. Reichenbach, imagination operates freely to create extraordinary poetic and fictitious images, taken to be alien to scientific reasoning. In this view, imagination is considered as an irrational activity of poets and philosophers like Plato; for imagination stands against logical reasoning and against positive science, because of the irreality of its constructs; that is why Reichenbach insists on the distinction between discovery which he considers as having an uncontrolled psychological character, and justification which has a logical one.[1]

1- Hans Reichenbach, *The Rise of Scientific Philosophy*, The University of California Press, 1951, p. 23 & passim.

boundaries between acceptable and unacceptable speculation? That Weber and Fechner, both upstanding Wissenschaftler, took the astrophysicist's notions seriously (up to a point) shows that Zöllner's speculations carried weight, however precarious his standing in the German scientific community. How are we to judge what and whose ideas are beyond the pale? Such assessments are necessarily relative, both historically and culturally. Weber may have stood squarely in Germany's positivist camp, *from the standpoint of a German;* but to a British empiricist his speculations were out of bounds. Yet other British savants were marginally more tolerant: Zöllner may have found a soul-mate in the spiritually inclined Joseph Crookes (although there was no evidence that the sentiments were returned). International cultural variations made a difference, but not the complete difference. It was also a matter of personal styles, preferences, and changing historical contexts.

Whatever the ambiguities, it is clear that the electrodynamic worldview was a tour de force of the German imagination, commanding loyalties well beyond the scientific. To some who took the electrodynamic world picture the farthest it represented a scientific rapprochement between the worlds of matter and the spirit, even a potential technology for conjuring the spirit.

None of these observations should cast doubt upon the importance, validity, indeed necessity, of the scientific imagination. "The fairest thing we can experience is the mysterious," Albert Einstein once wrote, affirming, if nothing else, that imagination has always been— and will always be—central to the scientific enterprise.[56] Even in the era of scanning tunneling microscopes, we still have no direct, unmediated access to the sub-microscopic world, much less to the realm of ultimate phenomena—to the Kantian *"Ding an sich."*

Despite its essentiality, the imagination is neither absolute nor historically unproblematic. Its range and accuracy are perpetually under challenge. As this story shows, what counts as a legitimate use of the imagination in one context may not count as such in another. When it comes to the imagination, assessments of validity and invalidity, rationality and irrationality are ultimately relative, contingent on time and place. Science will always have a need to probe an unseen world and to render it somehow visible and workable through the imaginative devices of physical models, tools of representation, and metaphors for our conceptions of nature's deepest structures. For such levels of understanding, the tools of the imagination remain indispensable.

56 - In *The World as I See It,* 1934.

between natural philosophers raged on to Zöllner's premature death. How are we to adjudicate among these different scientific imaginations ?

* * *

An evening séance had taken four scientists to the outer frontiers of the scientific imagination. Suspending our modernist judgement about the scientific legitimacy of what they had witnessed, we can use their reactions to help us chart contemporary boundaries of scientific orthodoxy at a time when that orthodoxy was challenging the authority of a host of speculative natural philosophies. Thus, in pushing the imagination to the limits, the séance provides a sort of laboratory for probing the German imagination in its varied hues.

Fechner, as we have seen, harbored a certain skepticism of Slade's conjurations, but was willing to meet Zöllner more than half-way. Reveling in the astrophysicist's pantheistic vitalism, he entertained spiritualism as a legitimate corollary—at least in principle. His posture in this regard reflected his general approach to the scientific and cultural struggles of his time. Like many of his contemporaries, he agonized over the line between objective and intuitive understanding; he was conscious of the importance of maintaining such a boundary, but worked to nudge it in the direction of the subjective and the metaphysical. On the other hand, Weber's public silence on the Slade affair speaks volumes. Collaboration with Zöllner in electrodynamic theory as well as their friendship induced him to give his colleague's spiritualist preoccupations a hearing, but not a public endorsement. Weber stood for an emergent German positivism, though, as we have seen, he pushed the limits of that positivism to contested regions of reason. Urging Weber to unleash his speculative genius, Zöllner's zealous support of Weber, Slade, and of spiritualism bespoke an overriding faith in the power of man's intuitive capacities, while reflecting a lingering nostalgia in German culture for the subjective pleasures of once-ascendant nature-philosophies. Hostile to the very concept of scientific boundaries, he never hesitated to take that next step beyond, even if it meant violating increasingly austere professional codes.

Zöllner's speculative radicalism raises a question about imaginations that apparently go beyond reasonable and rational limits, according to the then prevailing scientific ethos. Do such speculations count? Helmholtz and his allies dismissed Zöllner as a crank, yet Helmholtz himself speculated on unseen, hypothetical worlds of hydrodynamic aethers.[55] Where did Hellmholtz draw the

55 - J.G. McKendrick, *Hermann Ludwig Ferdinand von Helmholtz* (London: T. Fisher, 1989).

views, which at times led the field theorist to applaud Newtonian action at a distance, Zöllner launched a fierce rebuttal, citing, among other authorities, Newton's writings in support of distance forces, claiming they fully vindicated his animistic, panpsychic world vision.

To reveal Maxwell for what he suspected him to be, a secret Cartesian, Zöllner pointed accusingly to the vortex rings or vortex filaments that served as the underlying mechanism for the electromagnetic field. What were these but Cartesian vortices in modern garb? Particularly abhorrent to him were the vortex atom's original architects, Lord Kelvin, and P.G. Tait, who based their model on hydrodynamic theories of Herman von Helmholtz. In their *Treatise on Natural Philosophy*, translated into German by Helmholtz, the two Scottish natural philosophers rebuked Wilhelm Weber for perpetrating theories that were "in reality pernicious rather than useful."[51] Why did they take the German electrician to task? Not for his mathematical physics, but for overdoing speculation and ascribing too much physical reality to his models (in spite of the aether models advocated by many British physicists)! In defense of Weber, Zöllner challenged their positivist credo, while affirming the legitimacy of the imagination: In profound harmony with the cosmos, unfettered intuition was a far more effective instrument than experiment or the inductive method in probing nature's deepest secrets. Tait responded with a brutal review in Nature of Zöllner's *Scientific Essays*, satirizing the German astrophysicist's ideas and spiritualist causes as the inane musings of a dreamy metaphysician.[52]

Citing his theories of vortices, his translations of British texts, and his early championing of field theory, Zöllner denounced Helmholtz as a traitor to Weber and German science.[53] Helmholtz, appalled by the astrophysicist's metaphysics and his dabblings in spiritualism, counter-attacked in his preface to the Thomson and Tait Treatise, contrasting the admirable inductivism of the authors with Zöllner's "abuse of the deductive method."He blasted him yet again in the forward to his translation of John Tyndall's Fragments of Science for his offensive anglophobia and for giving new life to Naturphilosophie.[54] The battle

---

51 - (Oxford:Clarendon Press),1867, pp.311-312. Zöllner, "Wirkungen in die Ferne," pp. 107ff.

52 - "Zöllner's Scientific Papers," *Nature*, 1878, 17:420-22. Zöllner's rebuttal appeared in *Cometen*, pp.xlviii-liii.

53 - See Wayne H. Stromberg, "Helmholtz and Zöllner: Nineteenth-century empiricism, spiritism, and the theory of space perception," *Journal of the History of the Behavioral Sciences*, 1989, 25: 371-383.

54 - 1875, II:149-151; 211-212.

and public controversy.[47] Once enjoying a prestigious position in German science, his relations with scientific colleagues were strained to the breaking point in 1875 by his conversion to spiritualism. The debates over his scientific defenses of the supernatural quickly spilled over into the popular press. Exhausted by the relentless controversy, Zöllner died in 1882, only 48 years old.

CONCLUSION: THE BATTLE OF THE IMAGINATIONS

The spiritualist seance, thus, brought the problems of the imagination rapidly to a head: if the imagination enriched our understanding of nature, did it not have its proper limits, and appropriate modes of expression? Let me then conclude with a brief description of an intense international debate that I believe provides a useful comparative perspective on the physical models in question and on their implications for the uses of the imagination. As we have seen, German electrodynamic theory had global roots, not only in Continental science but in Middle Eastern mystical philosophies as well (Fechner's *Zendavesta*). Philosophical and Scientific reaction to it was equally cosmopolitan, extending beyond Germany and the Continent into Britain.

While the electrodynamic worldview was being developed in Germany, an alternative model was under construction in Great Britain—the theory of the electromagnetic field, along with "vortex filaments" running through it, generating lines of force, and mechanical models of the "vortex atom."[48] Michael Faraday, James Clerk Maxwell, and other field theorists had committed the unpardonable sin in Zöllner's eyes: they had threatened to overthrow Weber's action-at-a-distance model with their systems of levers and pulleys, tugging and pushing on the mechanical ether. At issue was not so much scientific theory, but philosophical heresy.[49] Zöllner condemned a speech on action at a distance Maxwell had given at Britain's Royal Institution as a covert endorsement of Cartesian materialism.[50] Ignoring the complexity of Maxwell's

---

47 - C.L. Massey notes that the event "has caused much excitement and controversy in Germany." *Transcendental Physics: An Account of Experimental Investigations from the Scientific Treatises of Johann Karl Friedrich Zöllner*, 2d ed. (London: W.H. Harrison, 1882), p.xix.

48 - Jed Z. Buchwald, *From Maxwell to Microphysics* (Chicago: University of Chicago Press, 1985). Bruce Hunt, *The Maxwellians* (Ithaca: Cornell University Press, 1991).

49 - On German wave models of electricity, see Jed Z. Buchwald, *The Creation of Scientific Effects: Heinrich Hertz and Electric Waves* (Chicago: University of Chicago Press, 1994).

50 - "On Action at a Distance," *Proceedings of the Royal Institution of Great Britain*, 1875, 7: 45. Zöllner's attack appear in the first volume of his *Wissenschaftliche Abhandlungen* in a chapter entitled "Über Wirkungen in die Ferne."

Given the distinctly negative reactions of other German scientists to the event, his silence may have been more out of kindness than agreement.

Fechner, in contrast, expressed an open sympathy for spiritualism and Zöllner's ideas in a combative anti-materialist treatise on the "daylight view," *Die Tagesansicht gegenüber der Nachtansicht.* He acknowledged witnessing many mysterious things at the séance, but frankly admitted that they meant far less to him than to Zöllner. More observer than participant, he felt unjustified in rendering scientific judgment, positive or negative, but he did take it as significant that no less a champion of objectivity than Wilhelm Weber had withheld criticism.(44)

According to the *Tagesansicht,* both the daylight view and spiritualism postulated some sort of communication between our earthly existence ("this side") and the world beyond ("the other side'), possibly through a fourth dimension, as suggested by Zöllner, who emerged as a major scientific authority in Fechner's manifesto. He also endorsed other aspects of the astrophysicist's theory, including the hidden role of Will in nature as well as the forces of Lust and *Unlust.*(45)

Most important to Fechner, spiritualism raised crucial epistemological questions: How does the mind know the external world ? How are mind and body related ? Do images in the mind accurately represent the world out there ? Does the external world actually exist or is everything in the mind ? Fechner objected to both dualism —the separation of mind and matter— and to reductionist agendas— the strict derivation of mind from matter, or vice-versa. Instead, he championed what he called "objective Idealism," a doctrine of intimate correspondences between mind and the material world. Accordingly, he called for a broadening of the scientific imagination beyond its narrow preoccupation with quantification and abstraction. With Zöllner as his shining example, he challenged scientists to renounce their narrow concerns and to embrace the daylight view, for only then would science attain its spiritual maturity and higher understanding of the spirit and of God.(46)

Fechner's admonitions, however, paled in comparison to Zöllner's defense of anti-materialist science. Zöllner was no stranger to controversy. His troubles had begun in 1871 with the publication of his scientific polemic, *On the Nature of Comets,* which immediately became the center of a major scientific

44 - Tagesansicht, pp.252, 268-272.

45 - *Ibid.,* pp. 123-124, 252n, 253.

46 - *Ibid.,* pp.222-231, and passim.

Riemann's higher dimensions (much as worm-hole theories today are viewed as instant passages to other universes), thwarting time and distance in the process.[41]

INTO THE FOURTH DIMENSION

Zöllner became increasingly obsessed with the invisible, writing passionate half-mystical essays such as "Kepler and the Unseen World." Fervid anti-materialism attracted him to the then-fashionable spiritualism movement, to which he was converted in 1875 by the British physicist Joseph Crookes. He soon became Germany's best known scientific advocate of spiritualism.[42]

It was both to authenticate spiritualism and to provide empirical proof of the fourth dimension that Zöllner invited Weber, Fechner, and other scientific friends to witness Slade's communion with the spirits that evening in 1878. While his co-witnesses were evidently not as impressed as he, the event changed Zöllner's life and the direction of his work, leading him to devote entire sections of his four-volume Scientific Essays to a defense of Slade's psychic effects.[43] As the putative theoretical basis for spiritualism, he offered a metaphysically-enhanced version of the electrodynamic worldview, supplementing electrical atoms and forces with panpsychic energies and other interventions from the spirit world.

The details of what Slade conjured that evening are not of relevance here; but, the reactions of the participants are germane. Of those who attended the séance, only Zöllner and Fechner openly reported their opinions and explored the deeper implications of the phenomena, even though Zöllner claimed that his colleagues all vouched for the scientific validity of what they had seen. While Zöllner based his spiritualist theories on Weber's electrodynamics, his Leipzig colleague maintained a decent silence, keeping any deeper philosophical reactions he may have had to himself. (Very rarely did Weber put his philosophical opinions on record, and then only with the utmost caution.) But neither did Weber condemn nor even publicly question his friend's enthusiasms.

---

41 - *Cometen,* 2d ed., pp.299-312, 334ff.

42 - Koerber, *op. cit.,* pp.75 ff. According to Fechner, he was Germany's "Hauptvertreter der Thatsächlichkeit spiritistischen Phänomene...," *Die Tagesansicht gegenüber der Nachtansicht* (Leipzig: Breitkopf and Härtel, 1879), p. 269.

43 - Wissenschaftliche Abhandlungen (Leipzig: L. Staackmann, 1878-1879).

adhered to the theory as much for philosophical as scientific reasons. He seized on one of the central mysteries of physics —the possibility of action at a distance, the assertion of which, in itself, was one of the historic acts of imagination. That electrical particles acted instantaneously across a distance was not only a scientific fact, he maintained, but an epistemological necessity. His Kantian transcendental argument for this notion went something like this: causality was a precondition of human perception of external events. And since the very concept of causation required making essential distinctions between interacting bodies, nature must be understood as discontinuous.(37)

But his loyalty to this conceptualization was ultimately mystical and religious. In its mystery, action at a distance allowed for the intervention of higher forces, vitalistic and spiritual. Much in the spirit of Fechner's *Zendavesta*, Zöllner maintained that all matter, organic and inorganic, possessed sensibility, a primitive consciousness, spontaneous powers, and even will—a concept borrowed explicitly from Schopenhauer.(38)And, as with Fechner, the great enemy was the Materialists, whose apostles failed to understand that mind, life, and matter were one. In particular, Zöllner attributed the basic attractions and repulsions between electrical particles to two antagonistic forces which he dubbed *"Lust"* and "Unlust." Although not explicityly defined, Lust evoked a variety of anthropomorphic associations, including desire, wish, pleasure, or even carnal pleasure.(39)

Zöllner, however, had to reckon with a notorious difficulty associated with all action at a distance theories: how can force, any force, act across space without taking time to do so? While many eminent scientific minds puzzled over the paradox —again revealing the imagination as integral to scientific reasoning— Zöllner's solution was to invoke Bernhard Riemann's recently invented non-Euclidean geometry along with its notion of higher dimensions, a counter-intuitive mathematical construct that seized the public mind in the late 19th century.(40) Hoping somehow to sneak behind nature's back, Zöllner speculated that atomic distance-forces could leap into and out of one of

---

37 - *Cometen,* 2d ed., pp. 313-314.

38 - *The World as Will and Representation,* trans. E.F.J. Payne, 2 vols. (Indian Hills, Colorado: Falcon's Wing Press, 1958).

39 - *Cometen,* pp.324-325.

40 - On the popular impact of Riemann, see Alfred M. Bork, "The Fourth Dimension in nineteenth-Century Physics," *Isis,* 1964, 55:326-338.

ZÖLLNER'S ENCHANTED NATURE

When Weber accepted the invitation to the Slade séance he was in the midst of scientific collaborations with his friend Friedrich Zöllner (1834-1882), a prominent astrophysicist at the University of Leipzig.[34] Zöllner had long admired Weber's electrodynamic theories and even experimented with applying them to the problems of cometary motion in his book *Über die Natur der Cometen.*[35] He encouraged the electrical physicist in his attempts to generalize the electrodynamic "Grundgesetz" (basic law) to explanations of matter, gravitation, and the aether. While Weber often cited Zöllner in his later articles and even collaborated with him on a major publication, the full extent of their intellectual kinship is most apparent in a manuscript retained among Weber's papers (published after Weber's death as part of his selected Nachlass;an extended correspondence between Weber and Zöllner on electrodynamic gravitation theory was unfortunately destroyed in a World War II bombing). Entitled "Electrodynamic Measurements, Especially On The Relationship Between The Laws Of Gravitation And The Fundamental Law Of Electricity," it appears to have been intended as a final installment to his electrodynamic series.[36] It developed physical speculations that Weber had been entertaining for more than a decade, unpublished probably because he considered them too speculative. Zöllner figured throughout as a major inspiration. Giving free rein to their imaginations, the two theorists sought to recast cosmic theory in terms of the action of electrical "pairs" —the electrodynamic worldview full blown. All of nature— electricity, magnetism, heat, light, matter, chemical forces, the aether, the stars and planets —were brought under one grand theory of electrically charged atoms. For Weber, that was more than enough; but, for Zöllner it was only a beginning; he was eager to go public with their results.

Zöllner's affection for the electrodynamic synthesis knew no bounds; it became a life's passion that he was determined to defend at all costs. His speculations on the universality of electrical atoms going far beyond Weber's, he

---

34 - Felix Koerber, *Karl Friedrich Zöllner, Ein deutsches Gelehrtenleben* (Berlin: Hermann Paetel, 1899).

35 - Bearing the philosophical subtitle : *Beiträge zur Geschichte und Theorie der Erkenntniss* (Leipzig: Wilhelm Engelmann, 1st ed., 1871, 2d ed. 1872).

36 - "Elektrodynamische Maasbestimmungen Insbesonder Über den Zussamenhang des Elektrischen Grundgesetzes mit dem Gravitationsgesetze," among Weber's papers at the Niedersächsischen Staats- und Universitäts-Bibliothek Göttingen, and published in *Werke,* 4:479-525.

positivistic mold: theoretical entities were presented as mathematical constructs —as electrical "masses"— and not atoms.[30] But as his research progressed, those masses subtly began to take on substance and the power of his imagination. Exemplifying this pattern of initial positivist caution followed by growing confidence in the imagined construct was a favorite model running through the physicist's researches— a planetary concept of elemental particles that became the touchstone of his future journeys in the realm of the scientific imagination. Inspired by Ampère but also clearly influenced by Fechner's *Atomenlehre*, Weber elaborated a model of "atomic pairs," likening the motions of electrical particles to those of double stars. He progressively extended this model to other phenomena, to light, heat, matter, and even to the concept of an all-pervading aethereal medium.[31] He strove eventually to bring the concept of the electrical pair under the rule of a generalized electrodynamic law.[32] Weber scientific imagination was mathematical but also visual; one has the sense that he reveled in images of dancing electrical particles giving life to a vibrant, luminous universe. Revel as he might have in such imaginings, however, he publicly maintained a "scientific" demeanor, adhering to a hard-nosed discourse devoid of philosophical reflections.

Despite his use of Fechner's atomic models, Weber carefully refrained from committing to the physical reality of these atomic pairs. If Fechner gained speculative latitude by shedding the role of "Fach-Physiker," Weber continued to draw boundaries. Nevertheless, we can suggest that Fechner's philosophical imagination widened Weber's scientific horizons, perhaps saving his electrodynamic series from becoming a tedious and uninteresting exercise in quantification.[33] Given his public reticence about Fechner's philosophical atomism, might it be that Weber was given a free ride on his friend's imagination? This might have been a plausible reading were it not for intriguing evidence of speculative passions underlying his objectivist persona.

30 - "Elektrodynamische Maasbestimmungen über ein allgemeines Grundgesetz der elektrischen Wirkung," Werke, 3: 178-179. On the relationship between Fechner, Wilhelm Weber, and and Weber's brothers, see Wolfgang Schreier, "Die drei Bruder Weber und Gustav Fechner—Untersuchungen zur medizinischen, psycho- und technischen Physik," *NTM: Zeitschrift für Geschichte der Naturwissenschaft, Technik und Medizin*, 1993, n.s. 1: 111-116.

31 - For German ether theories, see M. Norton Wise, "German Concepts of Force, Energy, and the Electromagnetic Ether, 1845-1880" in G. N. Cantor and M.J.S. Hodge, eds. *Conceptions of Ether* (Cambridge U. Press, 1981).

32 - Wiederkehr, *Op. cit.*, pp. 157ff; Weber, *Werke*, 3:473-554; and 4: 247-299.

33 - For the nature of Weber's debt to Fechner, scientific and philosophical, see Molella, op. cit., pp.131-137.

OUT ON A SPECULATIVE LIMB

Wilhelm Weber(1804-1891) had commited himself to a life in experimental science and, unlike Fechner, would remain there. Accordingly, he was far more restrained than Fechner in indulging his speculative imagination. Of the scientists at the Slade séance, Weber was definitely the least likely to put his cautions aside. He had a scientific reputation to uphold. Weber's brilliant investigations of electrical force, spanning more than three decades, were widely admired models of experimental precision and mathematical rigor. For more than a generation they commanded the respect of Continental physicists and stimulated electrodynamic research by a host of gifted men, Carl Neumann, Bernhard Riemann, and Rudolf Clausius, to name only a few.(27) Yet, Weber, in his own fashion, also went out on a speculative limb. So confident did he become in his electrodynamic laws, he worked aggressively to expand their operative domain from electrical effects narrowly to an entire universe of physical phenomena.

Beginning his career at Göttingen, where he had collaborated with Gauss on a well known series of terrestrial magnetic measurements, he accepted the physics professorship at the University of Leipzig in 1843, assuming the position Fechner had vacated because of his advancing blindness.(28) His progress toward a comprehensive electrical synthesis began in 1846 with the announcement of his famed electrodynamic law in the first of a long series of researches under the general title, "Electrodynamic Measurements." The law expressing the force between two electrical "masses" was an attempt to consolidate into one formula known electrical phenomena, including static electricity, the electric current, and electromagnetic induction.(29) Although his introduction of a velocity-dependent electrical force remained controversial —indeed as something a bit too imaginative (the details need not concern us here)— it became the foundation for more than three decades of electrodynamic research.

Weber acknowledged Fechner as the inspiration for his theory of the electrical atom and of the current as the simultaneous opposing flow of positive and negative particles. His early electrodynamic papers fit a rather conventional

27 - See J.J. Thomson, "Report on Electrical Theories," *Report of the British Association*, 1885, pp.97ff.

28 - Karl H. Wiederkehr, *Wilhelm Eduard Weber, Erforscher der Wellenbewegung und der Elektrizität, 1804-1891* (Stuttgart: Wiss. Verlagsgesellschaft, 1967).

29 - Weber's series, "Elektrodynamische Maasbestimmungen..." are collected in Heinrich Weber, ed., *Wilhelm Weber's Werke* (Berlin: Julius Springer, 1892-1894), 4 vols.

in a void.[22] As the son and grandson of Protestant clerics, Fechner was not about to concede his universe to atheists. His new dispensation, he claimed, transcended atomism's materialist heritage. His atoms were not bits of lifeless matter, but ethereal points of force dancing around one other in space as if to some celestial music. According to his "synechological view," the forces that kept the microcosm in order were less physical than spiritual—manifestations of God's all-controlling will. The atomic universe was a thing of beauty and transcendent harmony. In a telling passage, Fechner invoked the holy grail of the ancient astronomers: the harmony of the spheres, now transferred to the microcosm: "The Harmony of the Spheres, a fable in the macro-world, realizes itself in the microcosm. A shove in this world is actually not a true shove in the sense of the Dynamicists, whose ideas are close to the mechanists..."[23] He even proposed a model for these elemental harmonies: Just as the planets hold their satellites, not in rigid orbits, but in "living circles," the tiny electrical particles revolve around ponderable atomic nuclei in elliptical paths.[24] Fechner's atomic theory may have appeared more "materialistic" than the force-infused universe of Schelling and the Dynamicists, yet never did he exclude the spirit or the soul from matter, leading some to suspect him to be a closet Idealist.[25] Whatever the label, Fechner 's imaginative style was bold and philosophical, but also deeply emotional, almost sensual, in its appreciation of nature's ultimate harmonies. He believed in both the accuracy and power of the speculative imagination.

At the same time, he insisted his so-called "einfache"(simple) atoms were thoroughly accessible to the scientific understanding. He adduced evidence from a host of German scientists and philosophers in support of the atomic hypothesis, showing particular respect for electrical theory. He especially commended the electrodynamic laws of his friend and colleague Wilhelm Weber.[26] And Weber returned the compliment, citing Fechner's electrical atomism as a constant inspiration for his own scientific conjurings and conjectures.

---

22 - *Ibid.*, pp.78-89. On Fechner's relations with materialism, see Michael Heidelberger, "The Unity of Nature and Mind: Gustav Theodor Fechner's Non-reductive Materialism," in Stefano Poggi, Mauizio Bossi, eds., *Romanticism in Science: Science in Europe, 1790-1840* (Dordrecht: Kluwer Academic, 1994), pp.215-236.

23 - *Atomenlehre*, 1864, pp. 79-80.

24 - *Ibid.*, pp. 80-81.

25 - Friedrich A. Lange, *History of Materialism and Criticism of Its Present Importance*, trans. E.C. Thomas, 2d ed. (London: Kegan Paul, Trench, Truebner, 1892).

26 - Chapter, "Hypothese über das allgemeine Kraftgesetz der Natur," 1855 ed., pp.207-210; 1864 ed., 220-21.

demonstrated, his devotion to philosophy and his revival of the spirit of Naturphilosophie did not preclude respect for scientific exactitude. Rather, Fechner was in essence defining a "third way" of knowing that embraced the scientific outlook yet went beyond the scientific ethos of his day, giving far more latitude to the philosophical imagination than most of his fellow scientists would allow.(19)

The atoms of Fechner's philosophical imagination fell into this ambiguous realm between science and metaphysics. Providing the philosophical justification for Fechner's electrical atomism was his 1855 treatise, *Über die physikalische und philosophische Atomenlehre*, one of the 19th-century's most complete and systematic expositions of scientific atomism - and a tour de force of the imagination.(20) While au courant with the latest theories from Germany, France, and elsewhere but no longer counting himself as a "Fach-Physiker," Fechner represented the *Atomenlehre* primarily as a philosophical, not scientific, doctrine.

Likewise, his tract defended atomism, not from scientific adversaries (as he considered most scientists to be supportive of atomism), but from atomism's philosophical foes. His relationship to the Naturphilosophen, in particular, was complex and ambiguous. He assailed Idealist speculations, "dynamic" theories of the Naturphilosophen he had long ago disavowed. Drawing on cosmologies from Kant and Schelling, among other predecessors, the Idealist nature-philosophers envisioned a nature driven by an eternal conflict of opposing forces of attraction and repulsion (forces that transmuted into the great cosmic antitheses of Hegelian dialectic), leaving no room for the material atom. Fechner beat them back with a battery of scientific arguments. However lofty their metaphysical rhetoric, Fechner put them on notice that they could no longer ignore the sheer weight of scientific evidence in support of atomism.(21)

But Fechner took an even harder line against the Idealists' archenemy—the Materialists. Even though the famous Ludwig Büchner and other German Materialists were the staunchest of atomists, they projected an atheistic, mechanical world consisting of nothing but inert atoms hitting and rebounding

---

19 - See Michael Heidelberger, *Die innere Seite der Natur: Gustav Theodor Fechners wissenschaftlich-philosophische Weltauffassung* (Frankfurt am Main: Klostermann, 1993).

20 - (Leipzig: Hermann Mendelssohn, 1855; 2d rev. ed., 1864).

21 - *Atomenlehre*, 1864, pp.84,88.See Michael Heidelberger, "Fechner und Mach zum Atomismus in der PhysiK," in Hans Poser, Clemens Burrichter, eds., *Die geschichtliche Perspektive in den Disziplinen der Wissenschaftsforschung* (Berlin: Technische Universität, 1988), pp.75-112.

entities, positive and negative atoms of electricity. These were the roots of what would become the electrodynamic worldview.

What emboldened him to declare physical atomism at a time when most scientists remained publicly agnostic about matters of physical reality? Recall that his theory of electrical atoms appeared in 1845, just as he was emerging from his life-crisis with a realization that science alone could no longer satisfy him. Henceforth his ideas would take quite different form. This same period saw the introduction of his mystical "daylight-view," according to whose tenets "the entire material universe, instead of being dead, is inwardly alive and consciously animated" and where "God...is the totalized consciousness of the whole universe...," in the admiring words of William James.[14] Epitomizing this new holistic vision was his three-volume Zendavesta, a pantheistic rendition of the sacred texts of the ancient Zoroastrians, which viewed the earth, planets, and stars as animate beings, as hierarchies of angels, and human life and consciousness as integral parts of this divine organism.[15] Rejecting the dichotomy between subject and object, he asserted that man's inner consciousness and the physical world are actually one, "co-eternal aspects of one self-same reality, much as concave and convex are aspects of one curve."[16] He was a man of rich and varied imagination. This same Fechner also posed as the pseudonymous Dr. Mies, popular author of satirical, quasi-philosophical essays, "mingl[ing] science with poetry and myth."[17] He thus echoed the romantic sensibilities of another German poet-scientist —Johann Wolfgang von Goethe.

Fechner's rekindled affection for Naturphilosophie corroborates recent research findings about the persistence of that "obsolete" philosophical tradition, indeed its salient contributions to both the life and physical sciences throughout the century.[18] Yet, as Fechner's careful experimental work in psychophysics

---

14 - William James, Introduction, to *Fechner, Life After Death*, trans. John Erskine (New York: Pantheon Books, 1904, reprinted 1943), pp.15, 19.

15 - *Zendavesta oder über die Dinge des Himmels und des Jenseits, von Standpunkt der Naturbetrachtung* (Leipzig: L. Voss, 1851), in 3 vols.

16 - James, *op. cit.*, p. 16

17 - Walter Lowrie, *Selections from Gustav Th. Fechner* (New York: Pantheon Books, 1946), p.46

18 - H. A. M. Snelders, "Romanticism and Nataurphilosophie and the Inorganic Nautral Sciences, 1797-1840: An Introductory Survey," *Studies* in Romanticism, 1970, 9:193-215. Also see Timothy Lenoir, *The Strategy of Life:Teleology and Mechanics in Nineteenth-Century German Biology* (University of Chicago Press, 1982);Lenoir, "The Göttingen School and the Development of Transcendental Naturphilophie in the Romantic Era,"*Studies in History of Biology* 5: 1981: 111-205. Currently, Richard Kramer, Robert Richards, Joan Steigerwald are rethinking the role of Naturphilosphie in this regard.

constraining of his scientific imagination. He was now prepared to give greater credence to things of the spirit (if not to all the phenomena of Spiritualism).

This conversion did not emerge ex nihilo. For Fechner, exploring the possibilities and limits of the imagination became a life quest, a passionate exploration of his own —and man's— rational and irrational understanding. Although he had spent the previous twenty years as an experimental scientist, he vacillated between science and philosophy his entire life. Starting out as a medical student, he soon quit in disgust of its naive mechanistic approach and what he regarded as its perverse rejection of "vital force." He then rebounded to the opposite extreme, falling under the spell of the then-fashionable Naturphilosophie of Lorenz Oken and F.W. Schelling, whose enchanted metaphysics posited a vitalized cosmos and mystical correspondences between the human organism and nature and colored most of German science for decades.[11] But soon this, too, began to wear thin, its speculative conceptions unconvincing and unsatisfying to Fechner's demanding intellect.

In the early 1820s, he abruptly rejected Naturphilosophie, joining a general backlash against that romantic philosophical school, and sought firmer ground in scientific research, where he became known for translations into German of French physical and chemical texts by Biot, Thénard, Ampère and others.[12] At the University of Leipzig, he made his mark as an electrical physicist with one of the earliest determinations of electrical constants, the first German confirmation of Ohm's law, and, in 1845, a path-breaking article on electrical theory, purporting to unify Faraday's laws of electromagnetic induction with Ampère's laws of electromagnetism.[13] It was in the latter that Fechner introduced his atomic theory of electricity, a theory originating in the mathematical physics of Ampère. Whereas the great French savant dealt with "current-elements" —the differentials of his mathematical equations— Fechner took a risky step further, elevating the current-elements to the status of physical

---

11 - Pierce C. Mullen, "The Romantic as Scientist: Lorenz Oken," *Studies in Romanticism,* 1977. 16: 381-399; Armin Hermann, "Schelling und die Naturwissenschaften,"*Technikgeschichte*, 1977. 44: 47-53: Karen Gloy and Paul Burger, *Naturphilosophie im deutschen Idealismus* (Stuttgart-Bad Cannstatt: Frommann-Holzboog, 1993).

12 - Actually, they were far more than translations; he edited them freely, adding references to his own experiments.

13 - *Massbestimmungen über die galvanische Kette* (Leipzig: Brockhaus, 1831). "Über die Verknüpfung der Faraday'schen Inductions-Erscheinungen," *Annalen der Physik und Chemie*, 1845, 64:337-345.

long been a contentious issue in German philosophy. These were debates that German scientists, however skeptical of metaphysics, found hard to ignore.

FECHNER'S THIRD WAY

Some time —the exact time is not clear— in the early 1840s, Gustav Fechner (1801-1887), the esteemed Ordinary Professor of Physics at the University of Leipzig, was shocked to awake one morning to failing eyesight, a condition that rapidly worsened until his vision all but vanished.[9] He fell into a deep spiritual crisis, verging on complete mental breakdown, that forced him ultimately to leave his university post and virtually cease work for three years. The origin of Fechner's affliction was never adequately explained, but it is easy to speculate as to root-causes: years of frustrating effort to fathom cosmic mysteries had engendered a profound, unsustainable inner conflict between his rational and his spiritual sensibilities.

Miraculously, however, his vision and mental balance began to recover, but the Fechner that emerged was a changed man. No longer would he dedicate himself solely to experimental science, not due to any physical or mental incapacity, but to a conviction that he needed to make his life whole. The new Fechner had decided to remake himself as a philosopher, turning out a prodigious number of books and articles on ethics, theology, and consciousness, all infused with a distinctly mystical spirit. Not surprisingly, he sealed his reputation in experimental science in this post-crisis period, for he had learned how to harness his scientific and philosophical energies to a common cause. At the crossroads of psychology and philosophy, he invented the new field of "Psychophysics," a field that eventually "played a mighty role in the birth of experimental psychology," as well as in physics, where it had a major influence on Mach's phenomenology.[10] The new Fechner, while hardly disavowing the scientific outlook, felt that strict adherence to experimental method was overly

9 - For Fechner's life, see Kurd Lasswitz, *Gustav Theodor Fechner* (Stuttgart: Friedrich Frommanns, 1896); and a biography by his nephew, J.E. Kuntze, *Gustav Theodor Fechner (Dr. Mises); Ein Deutsches* Gelehrtenleben (Leipzig: Breitkopf and Härtel, 1892). There is no modern biography. Fechner's position in philosophy and science is analyzed in Arthur P. Molella, *Philosophy and 19th-Century German Electrodynamics, The Problem of Atomic Action at a Distance* (Ph.D. Dissertation : Cornell University, 1972), University Microfilms, pp. 37-74.

10 - Bertram Scharf, rev. of Psychophysics, ed. S.S. Stevens, Geraldine Stevens. *Science* 23 May 1975, vol. 188, p. 827. John T. Blackmore, *Ernst Mach; His Work, Life, and Influence* (Berkeley: U. California Press, 1972), pp.28-29, 15, 25, 3-31.

the cosmos, bringing not only all of electricity but heat, light, matter, and gravitation into one world-system. The resulting grand structure was seen by the European intellectual historian J.T. Merz as the culmination of what he termed the "astronomical view."[6] By this he meant the extension of Newton's astronomical model to the microcosm, initiated by Newton himself in the *Opticks* and the Scholia to the *Principia* and elaborated by generations of his followers. Paralleling the Newtonian heavens where whirling planets exerted instantaneous gravitational forces across the void was a nether world of microparticles—sometimes reduced to infinitesimal points— interacting by minute central forces. As the last major area to be subsumed under the astronomical view, the German electrodynamic synthesis was an impressive victory. Although rooted in England, the astronomical view, as portrayed by Merz (a pioneer of the notion of national styles in science) became thoroughly identified with Continental natural philosophy. So powerful was its grip on Germany that it delayed by many years the German acceptance of the rival, eventually superseding, electromagnetic field theory from Britain.[7]

By the term "astronomical view," Merz implied a transcendent commitment of the scientific imagination of a particular epoch to a particular physical model. He contrasted it with the "kinetic" view, also called the Cartesian view, after what would be seen as the anti-Newtonian vortex theory of René Descartes, where matter acted not at a distance but by pushes and shoves through the mechanism of a continuous medium.[8] Treating it as a kind of "Ur-model," Merz saw it also as the paradigm for aether theories of the 18th and 19th centuries, as well as the emerging theory of the electromagnetic field. Such commitments to physical models came in varying degrees, ranging from the merely heuristic to the metaphysical - i.e., the belief that the model is a representation of nature as it "actually" is.

While some electrodynamicists were content to see their theoretical model as an explanatory device, others went further in asserting its physical reality. At this time in German culture, such suggestions about reality could never be made lightly, for there were always philosophers ready to join the discussion. Whether nature was ultimately discrete or continuous had, in fact,

6 - *A History of European Thought in the Nineteenth Century*, 4 vols. (New York: Dover, 1965) vol.2: 302-381; vol. 1, p. 370 n.

7 - *Ibid.* 2: 197, fn 1.

8 - *Ibid.*, 2: chapter 6.

world we cannot see: How do we represent the invisible? What tools are available to scientists to probe the unseen world? What are the differences between conjuring, imagining, and applying rational, experimentally grounded representations ?

We will now embark on a journey of the imagination into an invisible realm of electrical particles, a world not only of physical entities but of vital forces, minds, and spirits. We will explore how three natural philosophers navigated this realm, comparing their different styles, their relative commitments to reason and emotion, philosophical sensibilities, spiritual goals, and, finally, their differing senses of where the bounds of the imagination might lie. These issues in question are not limited to these particular historical examples nor to the 19th century, but continue to be arise in current scientific practice; science is always having to reckon with the invisible, the unknown, and even what seems to be the unreasonable and irrational.

SHAPING AN ELECTRODYNAMIC WORLD

The electrodynamic worldview had its immediate roots in the electrical theories and models of André-Marie Ampère.[5] By the mid-1840s, German physicists, adapting models from earlier French Newtonians, began to shape a new electrical synthesis, bringing together known laws of static electricity with new discoveries in galvanism and electromagnetism. According to this synthesis, swiftly moving electrical particles, bound in precise dynamic patterns by minute distance-forces, underlay all manner of electrical interaction, from the mutual effects of current-carrying wires, of magnets and electric currents, electrical induction, magnetism, and diamagnetism. For more than three decades, this theory held sway not only in Germany but across the European Continent. Even opposing British field theorists were impressed by its power and sweep.

But how did electrodynamic physics become what became known as the electrodynamic *worldview* ? Emboldened by their success in explaining electrical phenomena, German electrodynamicists began to extend their theory - a theory that seemed to offer wonderful possibilities for the play of the imagination. They aimed for nothing less than the electrical reinterpretation of

5 - Edmund Whittaker, *A History of the Theories of Aether and Electricity*, 2 vols. (New York: Harper Torchbooks, 1960), 1: Chapter VII. A.E. Woodruff, "Action at a Distance in Nineteenth Century Electrodynamics," Isis, 1962, 53: 439-59.

Gustav Theodor Fechner, Wilhelm Weber, and Johann Karl Friedrich Zöllner were three principal architects of the electrodynamic worldview. What did they have in common aside from spending an evening with an American spiritualist? All three were associated with the University of Leipzig; they knew and collaborated with one another, and provided mutual inspiration on many levels. One can identify their distinct contributions to the theoretical edifice of electrodynamics: Fechner provided an initial sketch and philosophical blueprint, Weber, the mathematical and experimental framework, and Zöllner, further elaboration and a spirited defense of the structure. All three were men of powerful imagination, but one can also distinguish their individual approaches and techniques-their different imaginative styles, if you will. Yet, equally important was their shared vision of the final grand composition.

This vision developed within a rich philosophical and cultural context. As contextual historians have convincingly demonstrated, every major paradigm from Ptolemaic astronomy to quantum mechanics has reflected and internalized the cultural themes of its time. This was especially true for the electrodynamic synthesis, born as it was amid the philosophical ferment of 19th-century Germany. Swirling around it were the familiar conflicts in post-Kantian German thought between the proliferating "isms" of that philosophically contentious era: spiritualism *vs.* scientism, idealism *vs.* materialism, organicism *vs.* mechanism, to name just a few of the possible permutations of that ongoing debate.

The electrodynamic synthesis and the questions it raises about the scientific imagination bear upon some of the key issues that have engaged historians of science for almost four decades. The 1960s witnessed a challenge to the dominant positivist modes of interpreting the creation and evolution of scientific theories as a new generation of scholars highlighted the role of the irrational in the evolution of scientific ideas from Newton to Einstein.(4) This alternative tradition, which continues to this day, brought a renewed emphasis to the relations between science and philosophy, including speculative traditions like Naturphilosophie, discussed in this paper. Interpretations of invisible realms of atoms and forces were key areas of historical inquiry for this genre, which raised epistemological questions about the ability of the imagination to picture a

4 - E.g., J.E.Mcguire and P.M. Rattanzi, "Newton and the 'Pipes of Pan,' *Notes and Records, Royal Society of London*, 1966, 21: 108-193; or L.P. Williams argument about the role of Naturphilosophie in Faraday's field theory. *Michael Faraday, A Biography* (New York: Basic Books, 1964).

moment, but will return to it later to show how the different reactions of the witnesses to the psychic phenomena bear upon the questions of this conference about the scientific imagination, its powers and its limits.

To observe the play of the imagination in the unfolding of modern science, one could hardly find a time or place more enticing —or puzzling— than 19th-century Germany and its greater cultural sphere. For here was one of the major birthplaces of modern experimental science, identified with such distinguished investigators as Helmholtz, Hertz, Du Bois-Reymond, Ostwald, and Mach.[2] Yet, this same cultural region also gave rise to some of the highest flights of the imagination that the world has ever seen. Here was imagination with a vengeance; one need only mention the names of Hegel and Schelling to be reminded of its sheer audacity. Yet, out of this philosophical ferment, a modern scientific vision somehow emerged.

While some celebrated this gradual emergence of scientific rigor from the mistier domains of speculative philosophy as a triumph of the objective spirit, others lamented its rise as an impoverishment of man's sense of wonder, his intimate connection to nature, and ultimately of the natural world itself. At the center of this disagreement were questions about the limits of the imagination. How powerful is the speculative imagination? How accurate its intuitions? Should it be left unfettered to probe cosmic mysteries? Or should it be subordinated to the rigors of the experimental method, and if so, how?

A prime instance for studying the scope and limits of the imagination was the development of the so-called "electrodynamic worldview," an all-embracing system of nature that reached its peak in Germany but dominated much of European scientific thinking for at least three decades. Its influence was far reaching. It was the basis, for example, for the "electromagnetic view of nature" put forth by the Dutch physicist H. A. Lorentz in his bid to solve one of the great mysteries of late 19th-century physics : the failure of the Michelson-Morley experiments to detect an invisible aether. Even the theory that eventually explained these negative results, Einsteinian Special Relativity, arguably had roots in the same worldview.[3]

---

2 - Christa Jungnickel and Russell A. McCormmach, *Intellectual Mastery of Nature. Theoretical Physics from Ohm to Einstein* (Chicago: University of Chicago Press, 1986).

3 - Russel A. McCormmach, "H.A. Lorentz and the Electromagnetic View of Nature," Isis, 1970, 61:459-497. Tetu Hirosige, "Theory of Relativity and the Aether," *Japanese Studies in the History of Science*, 1968, 7: 38.

THE ELECTRODYNAMIC WORLDVIEW AND THE FRONTIERS OF THE SCIENTIFIC IMAGINATION

ARTHUR MOLELLA
Smithsonian Institution(*)

INTRODUCTION : LEGITIMIZING A CONJURED REALM

Early in 1878, several scientists gathered in the German city of Leipzig for a spiritualist séance conducted by the famed American medium Henry Slade. Organizing the occult session, where tables shook, thoughts transported objects, and ropes mysteriously knotted, was the astrophysicist J. C. F. Zöllner, a recent convert to the contemporary fashion for spiritualism. Among the scientific witnesses he invited to the event were two long-time friends and colleagues from the University of Leipzig, Germany's leading electrical physicist Wilhelm Weber and the equally eminent physicist-turned-philosopher, Gustav T. Fechner.(1) Zöllner's aim was nothing less than to convince his scientific friends of the validity of spiritualism, upon which he was determined to hang a theory of the fourth dimension and a new worldview based on the movements of unseen electrical particles. What can we learn from this singular gathering of leading scientific minds? Keeping this question in mind, I will depart this scene for the

(*) For their insights into the historical and philosophical issues of this article, I wish to thank Profs. Lily Kay and Robert Kargon as well as other participants in this colloquium.

1 - The other member of the Leipzig faculty attending the session was the mathematician Wilhelm Scheibner, not directly involved with the development of the theories at issue in the present paper.

The continued vigor of the vortex atom among its small group of adherents, after having been dealt what for most physicists were telling blows, is a case of such supra-technical considerations.

Kelvin had begun to abandon the vortex atom because it did not succeed in the purpose for which it was invented, i. e., to replace the *ad hoc* hard particle of the kinetic theorists by one whose properties could be simply explained by motion alone. As Kelvin began to see, the difficulties were insurmountable. For Kelvin chemical affinity, electricity, magnetism, gravitation and inertia all had to be explained by the vortex atom or else the program had to be abandoned.[82] However, for the younger generation, for physicists like Hicks, Pearson, Thomson and Larmor, the value of the model lay primarily in its suggestiveness, in the vivid insight into the possible dynamical workings of nature which made them so reluctant to yield up the vortex-atom to its opponents.

82- Kelvin, *Popular Lectures*, I, p. 153.

> patient observation and use of analogy, we can compile, in merely tabular form, information as to the manner in which it works and is likely to go on working, at any rate for some time to come ; but that any attempt to probe the underlying connection is illusory or illegitimate. As a theoretical precept this admirable. It minimises the danger of our ignoring or forgetting the limitations of human faculty, which can only utilise the imperfect representations that the external world impresses on our senses... Its danger as a dogma lies in its application. Who is to decide, without risk of error, what is essential fact and what is intellectual scaffolding ?[79]

Above and beyond the doubtlessly important logical simplicity of the vortex atom, stood its powerful *illustrative* role. For the young physicists who retained a working interest in the vortex atom, the model remained fruitful and suggestive; even its divergences with the kinetic theory could be explained away (as most agreed) but, above all, they believed that the difficulties thus encountered were worth facing for the sake of the clear and vivid picture afforded by the vortex atom.

Thomas S. Kuhn, in his *Structure of Scientific Revelutions* has put into clearer focus the supra-technical reasons for the adherence to a particular "paradigm" (in this case a theoretical model - the vortex atom).[80] The members of the vortex atom school shared a sense of the power of the model and a faith in its long-run utility. Kuhn writes that in the general case :

> Something must make at least a few scientists feel that the new proposal is on the right track, and sometimes it is only personal and inarticulate aesthetic considerations that can do that. Men have been converted by them at times when most of the articulable technical arguments pointed the other way.[81]

79- *Ibid.*, pp. 626-627.

80- T. S. Kuhn, *The Structure of Scientific Revolutions* (Chicago, University of Chicago Press, 1962), ch. 12.

81- *Ibid.*, p. 157.

automatically without extraneous support. The value of such a picture may be held to lie, not in any supposition that this is the mechanism of the actual world laid bare, but in the vivid illustration it affords of the fundamental postulate of physical science, that mechanical phenomena are not parts of a scheme too involved for us to explore, but rather present themselves in definite and consistent correlations, which we are able to disentangle and apprehend with continually increasing precision.[77]

It is in its *illustrative* function that dynamical models assume their value. Yet they are not mere illustrations; they retain a *science-forming* role :

> Yet the abstract standpoint is always attained through the concrete; and for purposes of instruction such models, properly guarded, do not perhaps ever lose their value: they are just as legitimate aids as geometrical diagrams, and they have the same kind of limitations. In Maxwell's words, 'for the sake of persons of these different forms, and should be regarded as equally scientific whether it appear in the robust form and the vivid colouring of a physical illustration, or in the tenuity and paleness of a symbolical expression."[78]

Though it is true these models are epistemologically often viewed as the scaffolding on which the mathematically-expressed theories are built, the physicist must not be too hasty in removing that superstructure:

> This process of removing the intellectual scaffolding by which our knowledge is reached, and preserving only the final formulae which express the correlations of the directly observable things, that the universe is like an enclosed clock that is wound up to go, and that accordingly we can observe that it is going, and can see some of its more superficial movements, but not much of them ; that thus, by

77- Larmor, *B. A. Rpt.* (1900), p. 626.

78- *Ibid.*

outside the scope of our bodily senses ; we cannot see, or feel, or hear them, and this, not because they are unseeable, but because our senses are too coarse-grained to transmit impressions of them to our mind. The ordinary methods of investigation here fail us ; we must proceed by a special method, and make a bridge of communication between the mechanism and our senses by means of hypotheses. By our imagination, experience, intuition we form theories ; we deduce the consequences of these theories on phenomena which come within the range of our senses, and reject or modify and try again. It is a slow and laborious process. Thr wreckage of rejected theories is appalling; but a knowledge of what actually goes on behind what we can see or feel is surely if slowly being attained. It is the rejected theories which have been the necessary steps towards formulating others nearer the truth.[75]

J. J. Thomson, too, concurred with his colleagues regarding the heuristic value, even the necessity of model-making. His letter to Holman amply illustrates the use to which he continued to put the vortex atom.

Further, in 1909, before the British Association, he termed the use of such models as "more suggestive and manageable" and "a more powerful instrument of research, than a purely analytical theory."[76]

But perhaps the best summary of the attitudes of these physicists toward the use of the dynamical model and the one which best lays bare their roots is that of Joseph Larmor. The following is Larmor's testimony regarding the value of the vortex-atom, in 1900, in his presidential address before section A of the British Association:

This vortex-atom theory has been a main source of physical suggestion because it presents, on a simple basis, a dynamical picture of an ideal material system, atomically constituted, which could go on

75- Hicks, *B. A. Rpt.* (1895), pp. 595-596.

76- Thomson, *B. A. Rpt.* (1908), p.16. See also his address, *Tendencies of Recent Investigations in the Field of Physics* (London, 1930), *passim.*

> With reference to the Vortex-atom theory, I do not know of any phenomenon which is manifestly incapable of being explained by it ; and personally I generally endeavor (often without success) to picture to myself some kind of vortex-ring mechanism to account for the phenomenon with which I am dealing.[72]

Joseph Larmor (1857-1942) yet another Cambridge physicist, first enunciated an "aether electron" as late as 1894, in his paper "A Dynamical Theory of the Electric and Luminiferous Medium," in which the electron is considered to be a nucleus of rotational strain in the aether, and the mass of ordinary matter is attributed to the electromagnetic mass of the electrons.[73]

What was it about aether atoms which continued to grip these men ?

I should like to suggest that it was a common attitude toward the utility of mechanical models, a utility which defended it against even "crucial" experiments.

Consider first the views of Karl Pearson in 1891, defending his use of what must have seemed an odd model, the aether-squirt :

> It is, some may think, unlikely that the molecule is really a group of ether squirts, but the molecule is a dynamical system, and any model of a molecule which does not contradict obvious physical facts, but goes a long way to explain those facts cannot but be suggestive as to the nature of the laws governing real molecular systems.[74]

Hicks, likewise, saw in the vortex-atom an evocation of the special dynamical method required to bridge the gap between our senses and the inner workings of nature :

> Before, however, this can be attained, we must have the working drawings of the details of the mechanism we have to deal with. These details lie

72- Quoted : Silas Homan, *Matter, Energy, Force and Work* (New York, Macmillan, 1898), p. 226.

73- *Phil. Trans.* 185 (1894), p. 806.

74- Pearson, "Ether Squirts," p. 362.

A second, "critical objection," the falling off of vortex-atomic velocity with increasing temperature was equally susceptible to explaining away. "We have no right," Hicks held, "to impart ideas based on the kinetic theory of hard discrete atoms into the totally distinct theory of mobile atoms in continuity with the medium surrounding them.[68] Hicks suggested that in spherical (as opposed to ring) vortex aggregates the velocity may actually decrease with decreasing energy, and even in the ring state the velocity change with energy is very small.

The object of the address was clear. Hicks' discourse was a *cri de cœur*, a last exhortation to convince his audience that "this theory of an ether, based on a primitive perfect fluid, is one which shows very promising signs of being able to explain the various physical phenomena of our physical universe."[69]

I shall have attained my object [Hicks concluded] in choosing this subject for my address, if by it I can induce some of our younger mathematicians to take it up and work out its details.[70]

III. MODEL AND METHOD

It will surprise few readers that Hicks failed; his plea went for the most part unanswered and the vortex atom gained no wider acceptance. While it is true, as R. Silliman has pointed out, that the doom of the vortex atom was spelled by the discovery of sub-atomic particles,[71] the telling (though obviously not fatal) blow had come earlier in the failure of the vortex-atom gas theory to concur with the widely-held kinetic theory on certain crucial points. Most physicists were not prepared to risk the solid successes of the kinetic theory for the bright promises of the vortex atom.

What is surprising *is* the tenacity with which the aether-atomists, especially J. J. Thomson, Hicks, Pearson (and later Joseph Larmor) held on to their earlier views. Thomson continued to publish vortex-atom articles only a few years beyond the Reynolds-Fitz Gerald criticisms, but as late as 1898, he wrote to Silas Holman:

68- *Ibid.*, p. 598.

69- *Ibid.*, p. 605.

70- *Ibid.*, p. 606.

71- Silliman, p. 473.

Reynolds therefore insists that the increase of the velocity of sound with temperature affords a crucial test for vortex atomism, a test which it obviously fails.

Thomson does not seem to have replied to Reynolds' criticism and the inverse ratio between temperature and velocity predicted for vortex atoms seems to have continued to plague the proponents of the vortex theory.(63) G. F. Fitz Gerald further pointed out that the vortex-atom hypothesis is forced to suppose that "when we give heat to a gas we are in some mysterious way taking more energy from it than we give to it, the energy apparently being transferred to the aether"(64). Moreover, the implication of the vortex-atom gas theory that the inertia of an atom alters with the temperature (because the atomic radius changes) was one which Fitz Gerald was not willing to make.(65)

In a presidential address before section A. of the British Association in 1895, W. M. Hicks recounted the recent history of the vortex atom, and repeated what he considered to be the two major objections against it :

> Two objections in chief have been raised against it, viz. the difficulty of accounting for the densities of various kinds of matter, and the fact that in a vortex ring the velocity of translation decreases as the energy increases.(66)

Regarding the differing densities of matter, we are forced, Hicks admitted, to the conclusion that "the density of aether must be comparable with that of ordinary matter" but the *effective* mass of a vortex atom would depend upon its volume and configuration. This situation is similar to that of a rigid sphere moving in liquid, which behaves as if its mass were increased by one-half that of the displaced liquid. "In the case of a vortex filament, the ratio of effective to actual mass may be much larger."(67) According to the theory, the mass depends on temperature, and Hicks was willing to agree to this, despite the fact that this view seemed eccentric to many of his colleagues.

63- See for example, G. F. Fitz Gerald, *Scientific Writings*, ed. J. Larmor (Dublin, Hodges, Figgis and Co., 1902), pp. 131-133.

64- *Ibid.*, p. 347.

65- *Ibid.*, p.380.

66- Hicks, *B. A. Rpt.* (1895), p. 596.

67- *Ibid.*

Kelvin had indicated that the pressure of a gas in the vortex atom theory is the same as predicted by the ordinary kinetic theory.[60] Thomson easily shows, using expressions developed for the kinetic energy of a vortex ring, that the product of pressure and volume of the gas is a little less than the temperature, by an expression which conforms with Regnault's experiments. It is clear then, that the vortex atom theory explains the known deviations from the ideal gas law.

Thomson proceeds to treat phenomena depending upon the velocity of gas particles. He shows that according to the vortex theory, as the temperature rises, the mean radius of the rings will increase. Further, as the radius increases, the mean velocity of the vortex molecules is diminished. Thus, the vortex theory here markedly diverges from the ordinary kinetic theory. Thomson suggests that this divergence may provide means of testing the vortex theory:

> The difference between the effects produced by a rise in temperature on the mean velocity of the molecules will probably furnish a crucial experiment between the vortex atom theory and the ordinary kinetic theory of gases, since all the laws connecting the phenomena of diffusion with the temperature can hardly be the same for the two theories.[61]

Osborne Reynolds pointed out soon afterwards that an experimental judgment on the vortex-atom theory may be made on the basis of work already completed:

> [W]e would suggest *the velocity* of sound as affording a crucial test for which the experimental work is already done. It appears to be an almost obvious deduction from the vortex atom theory that the velocity of sound must be limited by the mean velocity of the vortex atoms; and since MR. Thomson has shown that this mean velocity diminishes with the temperature, while experimentally it is found that the velocity of sound increases as the square root of the temperature it appears that the verdict must be against the vortex atom.[62]

60- *Nature* 24 (1881), p.47.

61- Thomson, *Treatise*, p. 112.

62- *Nature* 29 (1883), p. 195.

molecules. Using the aether squirt notion, Pearson shows that if A_2B and A'_2B' are two adjacent molecules of the same type, the intra-atomic of A on A is greatly altered by the action of an A' of the nearby atom. Pearson suggests that it is the mutual influence of kin-atoms in different molecules which may explain many difficult problems of cohesion and band spectra.

Pearson's ingenious model gained, however, no apostle, and after Pearson's interest turned elsewhere, the aether-squirt passed out of view, and attention was again focused solely upon the vortex atom.

In order to approach a true vortex theory of matter, it was necessary to understand not only the vibrations and motions of individual thin vortex rings as Kelvin had done, but also to gain some knowledge of the interactions among vortex atoms, that, what may be called "collisions." This major step in the construction of the theory was taken by a third young Cambridge physicist, J. J. Thomson in a treatise published in 1883.

Thomson's work, *A Treatise on the Motion of Vortex Rings,*[59] was an essay submitted for the Adams Prize for 1882, the subject of which was "A general investigation of the action upon each other of two closed vortices in a perfect incompressible fluid." It is divided into four parts. Part I includes a discussion of the vibrations of a slightly perturbed circular vortex ring. In this section Thomson deduces expressions for the momentum and angular momentum of the liquid, develops kinetic energy relations, and discusses the motion of a single ring, the sectional radius of which is small compared with the aperture.

In Part II the treatise deals with the immediate subject of the prize essay. Thomson treated the mutual action of two vortices which approach each other no more closely than a large multiple of ring diameter. With this limitation, Thomson brought the theory to a stage where it might meaningfully be compared with gas theory. In Part III, Thomson discussed linked vortices.

The fourth and last section of the book provides applications of the first three parts to a vortex theory of gases and a sketch of vortex theory of chemical combination. It was this part which was crucial for the fate of the vortex atom. Consistency with the known phenomena of gas behavior was the *sine qua non* of further general acceptance.

59- J. J. Thomson, *A Treatise on the Motion of Vortex Rings* (London, Macmillan, 1883).

Stokes had also shown that all potential functions can be considered as due to certain distribution of "sources" or "sinks".[52] It was this kind of approach which led to one of the most curious aether atoms of all, the "aether-squirt" of Karl Pearson (1857-1936). Pearson was yet another young Cambridge-trained, physicist-mathematician who was moved sufficiently by the vortex-hydrodynamical atom to try his hand at atom-building. In a paper written in 1883, Pearson began like Hicks, assuming that atoms were spherical pulsating bodies in a fluid aether, and he tried to show that many of the phenomena of chemical affinity, cohesion, and gravitation could be thus explained.[53] In a second paper (read in 1888) Pearson confronted dispersion and other optical phenomena, the potential of two electric currents, and magnetism.[54] He continued to explore the pulsating-sphere model in yet a third paper showing how it leads to the generalized equations of elasticity.[55] Finally in a paper published in the *American Journal of Mathematics* for 1891, entitled "Ether Squirts," Pearson replaced the pulsating sphere by a "squirt" of perfect fluid, attempting to show that his previous results still held, and that the law of gravitation and potential theory "are shown to be more intelligible."[56]

In "Ether Squirts" Pearson supposes that the ultimate element of ponderable matter is either a source or sink of aether whence are diverging (or converging) lines of flow.[57] The origin and the destination of the fluid was a question Pearson left for metaphysicians to solve. Perhaps, he argued, the aether might emerge from and proceed to some space of higher dimension. Since, however, the aether is assumed incompressible, the total flow in and out of all sources and sinks must be zero; this seems to imply the existence of anti-matter in the universe, a suggestion Pearson did not find impossible to accept.[58]

Most of the paper is taken up with an investigation of interatomic and intermolecular forces, particularly with the cohesion of "kin-atoms" in different

---

52- G. G. Stokes, "On the internal distribution of matter which shall produce a given potential at the surfaces of a gravitating mass", *Phil. Mag. 34* (1867): 235.

53- Karl Pearson, "On a Certain Atomic Hypothesis," *Camb. Phil. Trans. 14* (1889): 71-120.

54- Pearson, "On a Certain Atomic Hypothesis," *Porc. Lond. Math. Soc. 20* (1889): 38-63.

55- Pearson, "On the Generalized Equations of Elasticity, and their Application to the Wave Theory of Light," *Porc. Lond. Math. Soc. 20* (1889): 197-350.

56- Karl Pearson, "Ether Squirts," *Amer. Jour. Math. 13* (1891): p. 310.

57- W. K. Clifford, *Elements of Dynamic* (London: Macmillan, 1878), p. 214.

58- Pearson, "Ether Squirts," p. 313.

atom in the eighteen-eighties. Hicks had been seventh wrangler in the mathematical tripos of 1873, and when the Cavendish Laboratory opened he became one of the first students to gather there under Maxwell. Maxwell's inspiration turned Hicks from mathematics to physics, and soon Hicks became proficient in hydrodynamics. Stimulated by the hydrodynamical analogies presented by Maxwell in "On Faraday's Lines of Force" and "On Physical Lines of Force"(47) by G. A. Bjerknes' work on the problem of the motion of two spheres of varying volume in a fluid, Hicks turned his attention to the problem of explaining gravitation by vortex atoms.(48) G. G. Stokes' work on velocity potentials created by bodies of varying volume in an incompressible fluid, suggested to Hicks an abvious application to the theory of gravitation.(49) Hicks intended to demonstrate that the theory of pulsating bodies in liquid would explain the gravitation of vortex atoms if it could be shown how vortex atoms could change theory volume and pulsate periodically.

Hicks indicates that for vortex rings in the aether, unless an infinite pressure is available, a hollow or vacuous core is produced. If, further, a pulsation is imposed on such a hollow vortex, the ring would continue these pulsations with a constant period depending on the pressure and "probably" independent of its shape. Two such vortex rings will act on each other with a force proportional to the inverse square of the distance between them, at large distances and when their respective periods are the same.(50)

In 1885, before the British Association, Hicks attempted to add to the plausibility of vortex atoms by presenting a view of the luminiferous aether constructed of a perfect fluid in vortex motion. Since the perfect fluid aether required by the vortex atomists would be incapable of transmitting light, Hicks supposed the aether to be filled with closely packed small (compared with large wave lengths) vortex atoms. Hicks indicates that if the motion of translation of the atoms is slow, such a medium would transmit waves and yet act as a fluid for larger motions.(51)

47- Maxwell, *Sci. Pap.*, I, 451-513.

48- W.M. Hicks, "Recent Progress in Hydrodynamics", *B. A. Rpt.* (1882): pp. 51-52.

49- W.M. Hicks, "On the Problem of Two Pulsating Spheres in a Fluid," Proc. Camb. Phil. Soc. 3 (1879) : p. 282.

50- *Ibid.*, p. 283.

51- B. A. Rpt. (1885) : p. 930.

Motion through a Turbulently Moving Inviscid Liquid)", in 1887.[42] For twenty years, Kelvin wrote, he had tried to construct a medium which transmits waves of laminar motion (as did the luminiferous aether) by giving vortex motion to an inviscid, incompressible fluid. But, in this paper, he was forced to admit that the "most favorable verdict that I can ask for... is the Scottish verdict of *not proven.*"[43] Thus ended for Kelvin two decades of the vortex atom.[44] "The vortex theory," he finally asserted, "is only a dream. Itself unproven, it can prove nothing, and any speculations founded upon it are mere dreams about a dream."[45]

The dynamical program which Kelvin had laid out years before was seemingly now in ruins; it was this situation to which Kelvin referred in his famous Jubilee address :

> One word characterizes the most strenuous of the efforts for the advancement of science that I have made perserveringly during fifty-five years; that word is failure. I know no more of electric and magnetic force or of the relation between ether, electricity, and ponderable matter than I knew and tried to teach my students of natural philosophy fifty years ago in my first session as Professor.[46]

II. THE SECOND GENERATION : J. J. THOMSON'S VORTEX KINETIC THEORY

Curiously, just as Kelvin's confidence in the vortex atom was sagging, a burst of enthusiasm on the part of younger mathematical physicists breathed new life into the notion of aether atoms. J. J. Thomson and W. M. Hicks attempted to reconstitute the vortex atom as the basis of a theory of matter, and Karl Pearson made a curious, valiant attempt at a theory of an aether "squirt" atom.

William Mitchison Hicks (1850-1934) was one of the younger Cambridge mathematicians who was caught up in the flush of enthusiasm for the vortex

42- Kelvin, *Phil. Mag.* 34 (1887): 342-353.

43- *Ibid.*, p. 353.

44- See below for the work of later physicists on aether atoms.

45- Personal communication, Kelvin to H. S. Williams, in Williams, *A History of Science.* (London and New York: Harper Bros., 1904), V, 217.

46- Thompson, *Life*, II, pp. 1072-73.

The simplicity and economy of the central assumption would doubtless render this theory more acceptable than its competitors. "We have nothing, but matter and motion, and when the vortex is once started its properties are all determined from the original impetus, and no further assumptions are possible. [37] However, in his *Encyclopedia Britannica* (9^{th} edition) article "Atom," Maxwell indicated two crucial desiderata for proponents of the vortex-atom hypothesis. First of all, the primitive fluid aether escapes our perception when not in vortex motion; when in such motion it becomes endowed with mass. The theory must then explain the inertia of bodies, for inertia, Maxwell claimed, is a property of matter and not of motion. Secondly, the theory must explain the phenomenon of gravitation.[38] It was these stumbling blocks that, at least for Kelvin, led to the downfall of the vortex atom theory.

In 1881, in an address before the Royal Institution entitled "Elasticity Viewed as Possibly a Mode of Motion," Kelvin expressed reservations about the success of the vortex-atom program. This kind of kinetic theory of matter, he said, is a dream unless chemical affinity, electricity, magnetism, gravitation and inertia can all be explained. A stubborn difficulty seemed to reappear again with the explanation of gravity and its relation to inertia. "No finger-post pointing towards a way that can possibly lead to a surmounting of this difficulty... has been discovered, or imagined as discoverable."[39]

By 1884 and Kelvin's *Baltimore Lectures* at The Johns Hopkins University, the vortex-atom no longer occupied the center of the stage. Kelvin told J.T. Merz, in Newcastle, in 1886, that the vortex atom did not realize his hope because it explained neither inertia nor gravitation.[40] By 1887 he had concluded that the Helmholtz vortex ring itself was essentially unstable and fated to be dissipated.[41]

These nagging doubts came to the surface in a very important paper, "On the Vortex Theory of the Luminiferous Aether (On the Propagation of Laminar

---

37- *Ibid.*

38- Kelvin had already attempted such an explanation by joining the vortex-atom theory to Lesage's hypothesis of ultramondane particles.

39- Kelvin, *Popular Lectures and Addresses*, (London, Macmillan, 2nd ed. 1891) I, 153.

40- Thompson, *Life*, II, 1046, n. 1.

41- *M.P.P.*, IV, pp. 166-172.

by the interference of two vortex rings as predicted by Kelvin.[30] Experiments on vortices in liquids were carried out soon afterwards by John Trowbridge of Harvard,[31] and much later by J. T. Thomson and H. F. Newall, who produced vortex rings by causing drops of one liquid to fall through another.[32]

The vortex-atom hypothesis, in the first decade of its life, appears likewise to have enjoyed a good deal of sympathy on the part of leading theoretical physicists. Ludwig Boltzmann conceded that molecules "may consist of various corporeal and probably also aethereal atoms."[33] Gustave Kirchhoff's students reported that though "a man of cold temperament, [he] could be roused to enthusiasm" when speaking about the vortex atom theory.[34] James Clerk Maxwell, too, was obviously impressed by it, though with ample reservation.

Maxwell wrote to his friend and colleague Tait late in 1867 that Kelvin "has set himself to spin the chains of destiny out of a fluid plenum... and I saw you had put your calculus in it too. May you both prosper and disentangle your formulae as you entangle your wurbles [sic].[35] In his presidential address before Section A of the British Association in 1870, Maxwell affirmed that :

> If a theory of this kind [the vortex atom theory] should be found, after conquering the enormous mathematical difficulties of the subject, to represent in any degree the actual properties of molecules, it will stand in a very different scientific position from those theories of molecular action which are formed by investing the molecule with an arbitrary system of central forces invented expressly to account for the observed phenomena.[36]

30- *Nature 15* (1877): p. 347.

31- "On Liquid Vortex Rings", *Phil. Mag. 3* (1877): p. 290.

32- J. J. Thomson and H. Newall, "On the formation of vortex-rings by drops falling into liquids and some allied phenomena", *Porc. Roy. Soc. 39* (1886): 417-36.

33- "On the Nature of Gas Molecules", *Phil. Mag. 3* (1877): p. 320.

34- *Arthur Schuster. The Progress of Physics During 33 Years (1875-1908)* (Cambridge University Press, 1911), p. 34. I am indebted to Mr. Paul Spitzer for calling this passage to my attention.

35- Maxwell to Tait, 13 Nov. 1867, Cambridge University, *Maxwell MSS.*

36- J. C. Maxwell, *Scientific Papers,* ed. W. D. Niven (Cambridge, 1890), p. 223.

written "to illustrate the hypothesis that space is continuously occupied by an incompressible, frictionless liquid acted on by no force, and that material phenomena of every kind depend solely on motions created in this liquid."[25] As R. Silliman has pointed out, this paper and the large number to follow on the subject of the vortex atom considered their problems rather abstractly, concentrating upon developing general equations of vortex motion rather than upon building a theory of matter.[26] In "Vortex Statics" (1875), for example, he illustrated the problem of the steady motion of vortices and he discussed, in "On Maximum and Minimum Energy in Vortex Motion" (1880), the stability of vortices within boundaries. Only rarely did he address himself to the properties of matter; in 1881, before the Royal Society of Edinburgh, Kelvin communicated a short paper on the average pressure owing to the impact of vortex rings. He showed that the statistics of vortex-impacts yields the same results for pressure as given by the ordinary, hard-particle kinetic theory.[27] However, for the most part, the labor of constructing a detailed vortex-atom theory of matter or of devising experiments to confront its results he, for the most part, left for others.

Kelvin's vortex atom hypothesis excited from the very first a good deal of interest on the part of experimentalists, who were concerned primarily with illustrating vortex analogies in gases and liquids. An early example was Robert Ball, professor of applied mathematics at the Royal College of Science at Dublin. In his paper, "On Vortex Rings in Air," Ball indicated that he started from the description of Tait's experiments given by Kelvin in the paper "On Vortex Atoms."[28] He discharged an air ring at a column of ammonium chloride "smoke" and showed that the ring is preserved in transit through the column while picking up an envelope of ammonium chloride. Osborne Reynolds, of Manchester, presented a paper, "On the Resistance encountered by Vortex Rings," before the British Association in 1876 ; *Nature* reported that it was "one of the papers which excited the most attention."[29]

The following year Reynolds demonstrated further vortex experiments before the Physical Society of London. He produced oscillating rings produced

25- Kelvin, *M.P.P.*, IV, 13.

26- R. Silliman, "William Thomson : Smoke Rings and Nineteenth Century Atomism," *Isis 54* (1963): p. 173.

27- *Nature 24* (1881): pp. 47-48.

28- *Phil. Mag. 36* (1868): pp. 12-14.

29- *Nature 14* (1876): pp. 477-478.

incompressible frictionless liquid. Parts of the fluid are in vortex motion. The liquid inside a vortex surface comprises a vortex atom. Following upon Helmholtz, Kelvin showed that all parts of the vortex remain with it (the indestructibility and impenetrability of the atom); the vortex ring moves in the direction of its circulation (kinetic energy) and it may vibrate or change its shape (internal energy). These periods of vibration should correspond to the spectral lines characteristic of the gas which the vortex atoms comprise. The possibility, he maintained, of a theory of gases, elastic solids, and liquids based upon vortex dynamics was not at all remote. He showed diagrams and wire models to illustrate the variety of vortex molecules which may be imagined.

The vortex atom is far superior to that of Lucretius in one very important respect: according to the spectrum analysis of Kirchhoff and Bunsen and the suggested dynamical explanation of spectral lines by Stokes, the basic particles of nature must have one or more fundamental periods of vibration. Whereas the vortex atom fulfills this prescription beautifully, the billard-ball atomic theory can only meet the requirement by assuming that groups of atoms compose the basic units of solids and liquids. Such a molecule, Kelvin claimed, "could not be strong and durable."[(21)]

Kelvin sketched out his preliminary notions of the vibration of an infinitely long, straight cylindrical vortex, and concluded that "it is therefore probable that the period of each vortex rotation of the atoms of sodium-vapour is much less than 1/525 of one millionth of the millionth of a second, this being approximately the period of the yellow sodium light."[(22)]

After announcing his partisanship of the vortex atom in 1867, Kelvin for almost twenty years worked on problems relating to it. Many papers, including works on vortex statics, dynamics and a vortex-sponge aether, appeared on the subject. His biographer, Sylvanus Thompson, reported that he "worked heart and soul at the vortex-atom theory";[(23)] he is said to have begrudged every moment away from it.[(24)]

Soon after the appearance of the first paper, in 1867, he presented "On Vortex Motion" to the Edinburgh Philosophical Society, a paper which was

---

21- *Ibid.*, p.3.

22- *Ibid.*, pp.4-5.

23- Thompson, *Life,* II, 1027.

24- Joseph Larmor, "Obituary Notice of Lord Kelvin," *Proc. Roy. Soc. 81* (1908): p. lvii.

Taken together with the need for a vibratory particle to explain the bright lines of spectrum analysis, the kinetic theory contributed to rekindling Kelvin's interest in a kind of atomism. Indeed, he now held the atom to be the key to his long — sought goal — a comprehensive dynamical theory. But Kelvin still abhorred the *dynamically impossible*, infinitely hard, perfectly elastic spheres of his colleagues. "[T]here can be no permanent satisfaction to the mind... when the properties of the atom itself are simply assumed." Kelvin was led immediately to the question: "What is the inner mechanism of the atom ?"(16) He wished to replace the *ad hoc* atom of the chemists and kinetic theorists with one whose properties would result naturally from the basic properties of simple matter itself. In the vortex atom, he found a guide towards the realization of this goal.

Almost at once Kelvin set to work constructing his vortex-atom view of natural precesses. On January 22 he wrote to Helmholtz that "*Wirbelbewegungen* [vortex motions] have displaced everything else since a few days ago Tait showed me in Edinburgh a magnificent way of producing them."(17) If, as Kelvin surmised, there existed a perfect fluid pervading all space (the aether), a vortex ring in that fluid would be "as permanent as the solid hard atoms assumed by Lucretius and his followers."(18) But the vortex ring would be merely a *mode of motion* of the basic stuff of nature; the physical simplicity and logical economy of the notion overwhelmed Kelvin. The problem of the elasticity of hard atoms, hitherto an insoluble mystery, would dissolve. All nature would then be charted in accordance with his dynamical program.

Within a month, Kelvin's first public advocacy of the vortex atom took place at the meeting of the Edinburgh Royal Society. A report of Kelvin's address was printed in the Proceedings of that body and later reprinted in the *Philosophical Magazine* for 1867.(19)

In the Edinburgh paper Kelvin asserted that Helmholtz's discovery with regard to vortex motion "inevitably suggests the idea that Helmholtz's rings are the only true atoms."(20) He supposed all space to be filled by a homogeneous,

16- *Ibid.*, pp. XCII-XCIV.

17- Sylvanus Thompson, *Life of William Thomson. Baron Kelvin of Largs* (London, Macmillan, 1910), I, 513.

18- *Ibid.*, p. 514.

19- "On Vortex Atoms, "Mathematical and Physical Papers (Cambridge: University Press, 1882-1911), IV, pp. 1-2. Henceforth cited as, M.P.P.

20- *Ibid.*, p.1.

end of the decade, however, Kelvin abandoned his rejection and adopted a theoretical model of the ultimate atomic constitution for matter. What led up to this apparent reversal of principles ?

Crosbie Smith has argued[13] "that the 1867 memoir, though a direct reponse to Helmholtz (and P. G. Tait's demonstrations with smoke rays) should be seen in the well-defined context of Thomson's interest in microscopic entities, an interest which began with the stimulus of the Faraday Effect, and continued through his concern with the energy principles and the dynamical theory of the nature of heat."

Certainly, this last point is clear enough. During the twenty years preceding Kelvin's adoption of the vortex atom as a guiding hypothesis in his researches into the structure of matter, the science of heat had undergone spectacular changes. In 1848 James P. Joule revived an earlier, forgotten kinetic theory of heat of John Herapath, and used it to estimate the velocity of the ultimate constituents of hydrogen. Rudolf Clausius put the theory on a more rigorous basis; he attempted to calculate the results of mutual impacts of atoms (proposing the notion of "mean free path"). The *mean free path* became the foundation for later work on transport phenomena. In "Illustrations of the Dynamical Theory of Gases," Maxwell showed, among other things, that a system of hard spheres would have a viscosity proportional to the square root of the absolute temperature and, interestingly, independent of density.[14] These solid, dynamical achievements could not fail to impress Kelvin. He said of them in 1871 :

> No such comprehensive molecular theory had ever been even imagined before the nineteenth century... [I]t is but a well-drawn part of a great chart, in which all physical science will be represented with every property of matter shown in dynamical relation to the whole. *The prospect we now have of an early completion of this chart is based on the assumption of atoms.*[15]

---

13 - Crosbie Smith, "William Thomson and Fleming Jenkins on the Nature of Matter," *Annals of Science* 37 (1980) : p. 404.

14 - The major papers are conveniently brought together in *Kinetic Theory*, ed. Stephen Brush (Oxford: Pergamon, 1965), I, pp. 78-171.

15 - Kelvin, "Address before the British Association", *B. A. Repts.* (1871): p. xciii. Emphasis supplied.

impressed; Tait reports that after the demonstration Kelvin "at once formed his theory."[6]

Before this "conversion" in 1867, Kelvin for the most part had avoided discussions regarding the ultimate character of matter. From 1856-58, Kelvin raised the possibility of representing aether and matter as a frictionless fluid containing solid "motes."[7] Ole Knudsen has uncovered a manuscript from early 1858 in this vein[8].

> I have been led [Kelvin wrote] to think of a fluid filling the interstices between detached solid particles or *molecules* not necessarily *atoms* (indivisible) nor composed of a finite number of atoms (since the property of indivisibility, that is of infinite strength, being not probably possessed by any piece of matter).[9]

However, he concluded, "[i] t does not seem probable that a complete theory of physical science can be founded on such a hypothesis."[10]

There is further evidence, both direct and indirect, that Kelvin continued to hold strongly negative opinions about the existence of atoms. Throughout most of the 1860's Kelvin expressed such opinions about the existence of atoms. Peter Guthrie Tait, his friend and collaborator, wrote in a letter of December 18, 1861 : "A little difficulty arises at the outset [of the collaboration]. Thomson is dead against the existence of atoms ; I though not a violent partisan yet find them useful in explanation -- but I suppose we can mix these views well enough."[11] Similarly, in his paper, "New Proof of Contact Electricity" (1862), Kelvin discussed the problem of estimating the limits of molecular heterogeneity electrochemically; he confessed then that "I do not believe in atoms."[12] By the

---

6- *Ibid.*

7- David Wilson, *Kelvin and Stokes* (Bristol, 1987), p.161. See also Wilson's "Kinetic Atom," *Am. Jour. Phys.* 49 (3) 1981: 217-221.

8- O. Knudsen, "From Lord Kelvin's Notebook : Ether Speculations, "*Centaurus* 16 (1971) : 41-53. The MS is incorrectly dated January 6, 1859 ; Knudsen corrects the date in "The Faraday Effect and Physical Theory, 1845-1873," *Arch, Hist Exact Sci.* 15 (1976): p. 247.

9- Knudsen, "Kelvin's Notebook," p. 47.

10- *Idib.*

11- Knott, *Life of Tait*, p.177.

12- William Thomson, *Reprint of Papers on Electrostatics and Magnetism* (London: Macmillan, 1872), p. 318. Henceforth cited as *E. and M.*.

him because it appeared to have relevance to his work on quaternions, and as he wrote to William Rowan Hamilton on December 7 of that year, the paper "put the subject of Potentials before me in a very clear light."[2] Almost at once he prepared a translation which, revised by Helmholtz himself, appeared some years later in the *Philosophical Magazine* for 1867.

Helmholtz had shown, among other things, that vortices or rotating parts of a perfect incompressible fluid (with no slipping) maintain their particular identities, i.e., they are eternally differentiated from the non-rotating portions of the fluid. These vortices, furthermore, consist of closed, continuous filaments and may be linked together to form knots or joined into rings which likewise retain their identities.[3] In short, vortex rings, like the atoms of antiquity, can neither be created nor destroyed; a vortex filament remains a material line composed of the same particles of fluid.

In January, 1867, in his lecture room at Edinburgh, Tait erected an apparatus designed to illustrate the properties of these vortices. He took a wooden box with a large circular hole at one end and across the opposite (open) end he stretched a towel. In the box he prepared a vapor of ammonium chloride which is visible, like smoke. At the towel-covered end he applied a sudden blow and out the round hole came a vortex-ring. William Thomson (later Lord Kelvin) was in Edinburgh at the time, as he often was in order to confer with Tait about their collaboration on the *Treatise on Natural Philosophy*.[4]

Tait showed the apparatus to Kelvin and demonstrated for him the effects of one vortex-ring upon another. When two vortex-rings collide they behave like solid elastic rings; they vibrate "just as if they were solid rings of India-rubber."[5] Indeed, if the round hole is replaced by a square or elliptical aperture, the resultant rings oscillate around the circular equilibrium form. Kelvin was very

---

2- Quoted in C.G. Knott, *Life and Scientific Work of Peter Guthrie Tait* (Cambridge: University Press, 1911), p. 127.

3- P.G. Tait, *Properties of Matter* (Edinburgh: A. and C. Black, 1885), pp. 19-20.

4- W. Ayrton, "Kelvin in the Sixties", *Pop. Sci. Mon.* 72 (1908): p. 259. William Thomson was created Baron Kelvin in 1892 ; for the sake of simplicity and to avoid confusion with J. J. Thomson, William Thomson will be called Kelvin in this paper, despite the anachronism which may result.

5- P.G. Tait, *Lectures on Some Recent Advances in Physical Science* (London: Macmillan, 1876), p. 292.

MODEL, ANALOGY AND THE PHYSICAL IMAGINATION :

The Case of the Vortex Atom

ROBERT KARGON
Johns Hopkins, University - USA

During the last half of the nineteenth century there occurred among physical scientists a sea-change in modes of theoretical depiction of the structure of matter. Whereas earlier in the century, physicists and chemists for the most part insisted that they were realistic representations of nature, during the later years, a more supple attitude towards theoretical entities evolved, and heated debates about the utility of the physical imagination ensued. One of the critical foci of these debates was the theoretical entity known as the *vortex atom*.

The following paper outlines the early history of the vortex atom, through its rise and demise in the works of Lord Kelvin, discusses its reconstitution by a second generation of physicists, and finally suggests the conditions of the articulation and ultimate failure of its program. This brief history will illustrate the transition of theoretical models from pictures of nature to science-guiding "instruments of research."

I. THE ORIGINS OF THE VORTEX ATOM

In 1858 Peter Guthrie Tait stumbled upon an interesting paper in *Crelle's Journal* by Hermann Helmholtz entitled "On Integrals of the Hydrodynamical Equations which Express Vortex-Motion."(1) The paper particularly fascinated

1- See the *Journal für die reine und angewandte Mathematik*, 55 (1858): 25-55; translation by P.G. Tait in *Phil. Mag.*, 33 (1867): 485-510.

constant questioning of its glorious conquests. In physics, for example, imagination has led, since the beginning of this century, to the need to take into account a strange scientific reality, at the commonsensical level, founded on a set of universal constants : the constant **h** of Planck, the constant **e** of Einstein, the constant **k** of Boltzman, etc. Some years later, with some additional imagination, paradoxes have proliferated in physics. Let us take the example of the paradox of the symmetry of the past-future (that of the violation of the causal order) developed by Vigier and taken up by Costa De Beauregard. Can ordinary man imagine that one could telegraph into the past? It is very difficult. However, De Beauregard, a physicist of overflowing imagination, thinks this is quite a possible physical fact if we use particles with a negative energy (antiparticles). This could lead to the abandonment of the classical notions of linear time and of causality. Let us recall the famous EPR paradox and the paradox of the addition of amplitudes, to which the development of probability theory owes a lot. In this context human imagination has spared no effort. Basic scientific ideas have been profoundly altered, and sometimes completely overthrown. The 4-dimension space (attributed to Minkovski) would constitute just the apparent part of a complex 8-dimension space (four dimensions of relativistic space-time and four imaginary dimensions). In short, we find ourselves in a situation where immediate reality is nothing but one level of a profound reality. It is not ruled out that such an immediate reality might be an imaginary reality, whereas multidimensional reality represents "true" scientific reality. Thus, imagination becomes the link between science, poetry and mysticism. In such a union, which is not as imaginary as one might think, many classical philosophical and scientific notions would disappear : the binary oppositions object-subject, mind-matter, order-disorder, etc.

The aim of the conference is a) to explore the role of the imagination in the evolution of scientific ideas, b) to re-examine the relation between philosophy and science within the framework of the proposed conference title, c) to reassess *the impact of these rapid exceptional changes taking place in science on our socio-cultural environment.*

Coordinator :
ABDESSALAM BEN MAISSA

scientific conception of the imagination maintains a separation between the object and the subject and the respect of the laws and principles of nature. If we confine ourselves to the Cartesian *view* of the world, which consists in reducing the human being and the universe to a materialist mechanism, imagination, *prima facie*, would not have much room. However, imagination has invigorated the thought of many outstanding scientists. *The history of science proves that every knowledge acquisition takes place only within an operation which transgresses a scientific, a cultural law, or a taboo.* In contemporary physics, for instance, the principle of causality is guaranteed by the supposed unsurpassability of the speed of light. Nevertheless, this principle has been violated many times (in the *views* of Feynman and 0. C. De Beauregard, and in the quantum potential *view* of Vigier, for example). The second principle of thermodynamics (Increasing entropy as been transgressed in Mattuck's appraach. Thus, we can say that imagination has always kept a conflictual relationship with scientific law. *And each time imagination wins, there is progress.* Should not we, here, reduce scientific progress to the transgression of the law by the imagination? We need only go through the history of science to be aware of the prominent role played by the imagination in bringing about major scientific revolutions : Copernican revolution, the Galileo's mathematization of nature, the discovery of biological evolution, the Relativist and Quantum revolutions, Contemporary technological revolution, etc. We should note in passing that the speed with which imagination is transforming the concrete world raises some problems occasionally. Now, we live in a socio-cultural situation which accumulates an important time-lag with respect to technology. Obviously, there is a lack of imagination in the social and cultural fields. This could give rise to a certain alienation of wo/man from his/her technological product. If we want to overcome this problem, our imagination should not take refuge in the unreal, in the metaphysical "ready-made", or in dreams.

If we compare the Cartesian *vision* of science with the latter's evolution, we could ask *if the historical structure of science leads to the belief that there is an internal logic which governs it.* We notice that for some decades physics has produced some paradoxes which are difficult to overcome, in appearance at least. Let's give as an example the famous EPR paradox which could justify *the action-at-a distance.* Should we perceive here a new vision of the material world which has lapsed into a mystic path ? We find ourselves drawn back to our initial problem, i.e. the problem of imagination, Thanks to the latter, everything could be problematised. The greatness of the West has been closely bound up with the

FOREWORD

The fact that imagination is the basis of all creation has now become a commonplace. In epistemology, however, the relations between imagination and sciences are not as simple as it is widely believed. Should we, then, consider that the human mind is nothing but a simple passive mirror, of a mechanical nature, as the materialists, in general, and Locke, in particular, believe ? Or, should we, instead, approach the imagination as one of the vital functions of the human mind ? If we adopt the latter *view*, it is still important to avoid considering the human mind as a mere function of the brain, operating like a computer where information is stored. Here, we raise *the problem of the very nature of the imagination and its relation to other cognitive functions,* and also the problem of *the mode of functioning of the imagination* in general. Are there any cognitive laws which govern the functioning of the imagination or is it more accurate to say that imagining is totally different from thinking or reasoning ? Moreover, what needs to be proved, is that order, as it is conceived by Descartes, Newton and Galileo, is not in itself a product of the imagination, and that "deep reality" is something other. Should we suppose that the imaginary corresponds to the whole of reality or simply to one of its levels ? However, one needs to believe in a multi-layered reality : ordinary, scientific, ultimate, etc. Moreover, the belief in the existence of a union between the Imagination and Reason should not be ruled out.

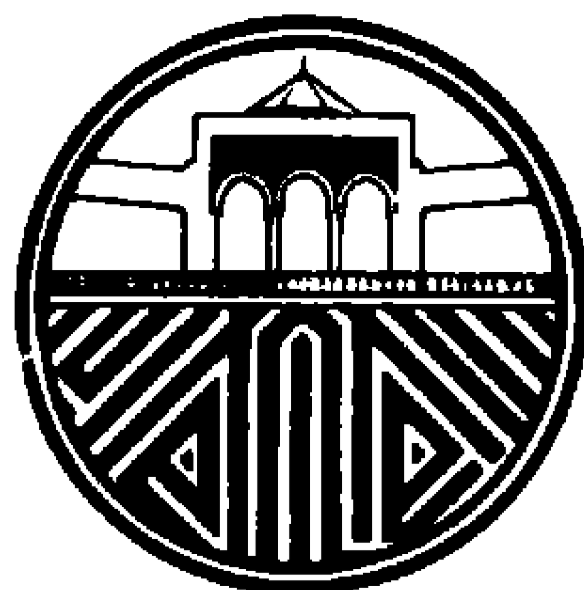
In Philosophy of Science, there are many conceptions of the imagination: some are considered to be metaphysical, others are believed to be scientific. According to the metaphysical conception, the imagination helps wo/man find a given order, change for the better his/her conditions of existence. Does this mean that imagination is not generative of disorder? Some metaphysical thinkers go as far as to say that nature is nothing but imagination. On the other hand, the

Papers in English

CONTENTS – SOMMAIRE

Titre de l'ouvrage	:	Imagination and Science
Série	:	Colloques et Séminaires n° 90.
Editeur	:	Publications de la Faculté des Lettres et des Sciences Humaines — Rabat.
Impression	:	Imprimerie Najah El Jadida - Casablanca.
Droits de publication	:	Réservés à la Faculté des Lettres de Rabat (Dahir du 29/07/1970).
Dépôt légal	:	1685/2000.
ISSN	:	0377-1113.
ISBN	:	9981-59-039-8.
1ère édition	:	2000.

Ouvrage publié avec le concours du
Programme de coopération entre la Faculté
et la Fondation Konrad — Adenauer



Publications of the Faculty of Letters
and Human Sciences Rabat
SERIES : COLLOQUIA AND CONFERENCES N° 90

IMAGINATION AND SCIENCES

Edited by
Abdessalam Ben MAÏSSA

IMAGINATION
AND
SCIENCES



Kingdom of Morocco
Mohammed V University
Publications of the Faculty of Letters
and Human Sciences - Rabat

SERIES : COLLOQUIA AND CONFERENCES N° 90

IMAGINATION AND SCIENCES

Edited by
Abdessalam Ben MAÏSSA